



gambar struktur bangunan
untuk meningkat rumah
tipe RSS, 21, 36, 38 dan tipe lain



9 Teknik Meningkat Rumah



- ☐ beton konvensional
- ☐ pelat bondeck
- ☐ spanbeton deck
- ☐ panel pelat hebel
- ☐ kayu
- ☐ keraton
- ☐ baliton
- ☐ sheradeck
- ☐ precast concrete slab

MISTRA

9 TEKNIK MENINGKAT RUMAH

- ☐ Sistem Beton Konvensional
- ☐ Sistem Pelat *Bondeck*
- ☐ Sistem *Spanbeton Deck*
- ☐ Sistem Pelat Panel Hebel
- ☐ Sistem Kayu
- ☐ Sistem Keraton
- ☐ Sistem Baliton
- ☐ Sistem *Sheradeck*
- ☐ Sistem *Precast Concrete Slab*

Persembahkan untuk

- ☐ istri tercinta: Hj. Elly Rusmiyati,
- ☐ anak-anakku tersayang: Elmy Meinard Dwianty, Ermy Zalbia Febrima, Rusistra Zaniariega Pradipta, serta
- ☐ mereka yang ingin meningkat rumah dengan biaya yang murah dan aman.

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

Ketentuan pidana pasal 72 UU No. 19 tahun 2002

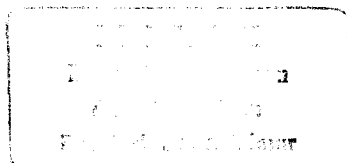
1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah) atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

9 TEKNIK MENINGKAT RUMAH

M i s t r a

griya
kreasi

9 TEKNIK MENINGKAT RUMAH



335.008/BPK/P/09

Penyusun:

Mistra

Ilustrasi sampul:

Mistra

Foto sampul:

T. Wibisono

Foto ilustrasi:

T. Wibisono, Anggoro W, Farry B.P, Nia, Hafid

Gambar ilustrasi:

Mistra, A. Wardana, J. Sugito

Lokasi pemotretan:

Condet (Jakarta Timur), Bogor,
Mekarsari (Depok)

Penerbit:

Penebar Swadaya

Wisma Hijau, Jl. Raya Bogor Km. 30 Mekarsari, Cimanggis,
Depok 16952

Telp. (021) 8729060, 8729061; Fax. (021) 87711277

Http : www.penebar-swadaya.com

E-mail : ps@penebar-swadaya.com

Pemasaran : Niaga Swadaya, Jl. Gunung Sahari III/7,
Jakarta 10610

Telp. (021) 4204402, 4255354; Fax. (021) 4214821

Cetakan:

I. Jakarta, Januari 2008

II. Jakarta, Maret 2009

ISBN (10) 979-26-3651-X

ISBN (13) 978-979-26-3651-2

SHA011

GK064.A013.0108

DAFTAR ISI

PRAKATA, **3**

BAB 1. MENINGKAT RUMAH, ANTARA KEBUTUHAN DAN KEINGINAN, **5**

BAB 2. PERENCANAAN, MENINGKAT RUMAH, **8**

- A. Pahami Bangunan yang akan Ditingkat, **8**
- B. Pahami Kondisi Tanah, **13**
- C. Perubahan Tata Ruang, **14**
- D. Merencanakan Tangga, **14**
- E. Model Atap, **19**
- F. Penangkal Petir, **20**
- G. Tips Murah Meningkatkan Rumah, **24**

BAB 3. TEKNIK MENINGKAT RUMAH, **26**

- A. Meningkatkan Rumah Sistem Beton Konvensional, **27**
- B. Meningkatkan Rumah Sistem Pelat *Bondeck*, **34**
- C. Meningkatkan Rumah Sistem *Spanbeton Deck*, **35**
- D. Meningkatkan Rumah Sistem Pelat Panel Hebel, **36**
- E. Meningkatkan Rumah Sistem Kayu, **36**
- F. Meningkatkan Rumah Sistem Keraton, **37**
- G. Meningkatkan Rumah Sistem Baliton, **46**
- H. Meningkatkan Rumah Sistem *Sheradeck*, **48**
- I. Meningkatkan Rumah Sistem *Precast Concrete Slab*, **50**

BAB 4. MENINGKAT RUMAH PADA BERBAGAI TIPE RUMAH, 53

- A. Petunjuk Meningkatkan Rumah Bertingkat, **53**
- B. Meningkatkan Rumah Tipe RSS/60 m, **55**
- C. Meningkatkan Rumah Tipe 36/60 m, **76**
- D. Meningkatkan Rumah Tipe 21/60 m, **95**
- E. Meningkatkan Rumah Tipe 36/84 m, **120**
- F. Meningkatkan Rumah Tipe 38/96 m, **142**
- G. Denah Konstruksi untuk Bangunan Tipe Lain, **171**

DAFTAR PUSTAKA, 198

PRAKATA

Meningkat rumah merupakan impian setiap penghuni rumah yang tinggal di kota-kota besar. Hal itu wajar karena lahan yang tersedia semakin hari semakin berkurang, sehingga mau tidak mau renovasi rumah harus ke atas.

Sudah bukan rahasia umum lagi jika kebanyakan masyarakat di negeri ini mempunyai rumah tipe sederhana yang diperoleh melalui fasilitas kredit. Bahkan pemerintah pun turun tangan dengan memberikan bunga yang relatif ringan bagi masyarakat golongan menengah ke bawah. Rumah tipe 21 dengan luas lahan yang bervariasi sangat diminati masyarakat kalangan bawah. Selain murah, biasanya rumah tipe 21 merupakan rumah tumbuh. Artinya, rumah tersebut dapat dikembangkan atau direnovasi sesuai kebutuhan.

Rumah tipe 21 umumnya mempunyai luas tanah sekitar 50—100 m². Jika biaya memadai maka rumah tipe ini selain dikembangkan dengan memaksimalkan luas tanah yang ada, juga dapat ditingkat menjadi dua lantai. *Verdefing*, demikian istilah rumah tingkat pada zaman Belanda.

Permasalahan yang sering timbul dalam meningkat rumah biasanya ada pada sistem konstruksi. Jika diserahkan kepada tukang yang tidak punya keahlian dalam merencanakan bangunan bertingkat, bisa-bisa biaya akan menjadi lebih tinggi. Penghematan

bisa saja dilakukan, tetapi apakah dapat memberikan jaminan keamanan bagi penghuni rumah. Di sinilah faktor yang harus dicermati. Oleh karena itu, buku ini disusun untuk memfasilitasi *hajat* atau kehendak mereka yang ingin meningkat rumah. Buku ini menyajikan berbagai macam cara meningkat rumah dari cara yang sudah lama hingga yang terbaru.

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya buku ini, terutama kepada Bapak. Ir Dandy Melianda yang telah memberikan data tentang meningkat rumah dengan sistem keraton.

“Tidak ada gading yang tidak retak”, begitu pula dengan penyusunan buku ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan pada edisi berikutnya.

Jakarta, Desember 2007

Penulis

BAB I

MENINGKAT RUMAH, ANTARA KEBUTUHAN DAN KEINGINAN

Ketika seseorang telah membeli sebuah rumah idaman berdasarkan kemampuannya akan timbul keinginannya untuk merenovasi rumah karena berbagai alasan, misalnya estetika, ada acara, bertambahnya anggota keluarga, dan lain-lain. Tipe rumah sederhana yang paling banyak peminatnya dan mempunyai luas tanah antara 50—100 m². Selain itu, ada tipe lain untuk kelas menengah dengan luas antara 100—150 m². Meningkatkan lagi, bagi yang berpenghasilan cukup tinggi membeli rumah dengan luas tanah 150—200 m².

Di Indonesia, mempunyai sebuah rumah tinggal sendiri merupakan kebahagiaan tersendiri karena tidak



Rumah tingkat. Sudah menjadi kebutuhan bagi keluarga yang mempunyai lahan terbatas, terlebih lagi di daerah perkotaan

Foto : T. Wibisono
lokasi : Vila Bunga Lembang

Perumahan umumnya mempunyai lahan yang terbatas sehingga tak ada jalan lain selain meningkat rumah untuk menambah luas rumah



Foto : Farry B.P. Lokasi : Vila Nusa Indah, Bogor

pusing lagi memikirkan biaya untuk kontrak sebuah rumah. Memiliki rumah juga berarti sudah tidak lagi berprofesi sebagai "kontraktor" yang setiap periode memperpanjang kontrak rumah untuk ditinggali.

Sebuah rumah tinggal, apa pun bentuk dan wujudnya, merupakan kebutuhan utama bagi sebuah keluarga. Di kala jumlah keluarga semakin bertambah, mulai dipikirkan untuk menambah luas rumah tinggal, misalnya menambah jumlah kamar. Jika tanah yang ditempati cukup luas, tentu tidak menjadi masalah. Namun, berbeda jika luas tanah terbatas, samping kanan, kiri, dan belakang terdapat rumah tetangga, serta di depan terdapat jalan raya. Ingin membeli rumah sebelah belum tentu dijual, malahan bisa dianggap menghina. Dengan permasalahan ini, meningkat rumah menjadi dua lantai merupakan solusi tepat. Cara ini

merupakan satu-satunya pilihan bagi pemilik rumah tinggal tipe sederhana.

Apabila sudah mencapai kesepakatan, adakan rapat kecil dengan keluarga untuk mewujudkan keinginan tersebut. Dimulai dari menabung atau meminjam dana kepada sanak famili.



Ilustrasi : A. Wardana

Sebelum membangun rumah tingkat diperlukan rancangan desain terlebih dahulu agar dapat diketahui anggaran biayanya

Untuk desain rumah bisa digunakan jasa konsultan atau arsitek. Jasa konsultan atau arsitek akan menentukan desain rumah serta melibatkan beberapa orang yang mempunyai keahlian tersendiri, misalnya seseorang yang ahli di bidang konstruksi. Bagian ini sangat menentukan kekuatan sebuah bangunan bertingkat. Seindah apa pun tampilan sebuah rumah hasil dari rancangan arsitektur terkenal, jika strukturnya tidak mendukung maka bangunan tersebut sesungguhnya sangat rapuh. Orang yang ahli di dalam bidang ini disebut perencana struktur atau konstruktor. Analisis yang dibuat oleh seorang ahli struktur akan menghasilkan sebuah sistem pembesian yang efektif, murah, kuat, dan aman. Berbeda dengan hasil yang didapat dari tukang yang hanya bermodal pengalaman, sehingga akan dihasilkan sistem pembesian yang cenderung boros. Akibatnya, akan muncul biaya konstruksi yang cukup mahal.

Bagian terakhir adalah mengenai instalasi listrik yang tidak semua orang punya keahlian membuat sendiri sebuah rangkaian instalasi listrik. Diperlukan orang yang ahli di dalam membuat sebuah rangkaian sistem listrik yang aman. Jika dalam pembuatannya tidak sesuai prosedur, instalasi listrik dapat menimbulkan masalah di kemudian hari

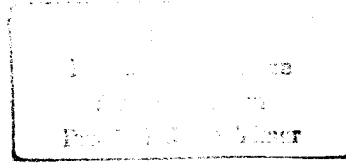


Agar hasilnya maksimal, diperlukan jasa seorang konstruktor dalam membangun atau merenovasi rumah tingkat

misalnya dapat terjadi kejadian hubungan pendek yang dikenal dengan sebutan *konsleting*. Parahnya, kejadian *konsleting* dapat menimbulkan kebakaran. Jadi, gunakanlah jasa seorang *instalator*.

Dalam buku ini juga disajikan berbagai macam bentuk sistem pembesian untuk bangunan bertingkat tipe sederhana dengan sistem struktur yang lengkap, mulai dari pondasi sampai atap untuk jenis bangunan baru. Selain itu, dibuatkan sistem struktur untuk bangunan yang sudah jadi. Bangunan ini disebut sebagai bangunan renovasi. Bagian inilah yang banyak dikerjakan oleh para pemilik rumah berlahan terbatas. Setelah semua prosedur diperhatikan dan dilaksanakan sesuai petunjuk maka akan didapat sebuah rumah yang nyaman dan aman untuk dihuni. Ibarat pepatah mengatakan "rumahku, istanaku".

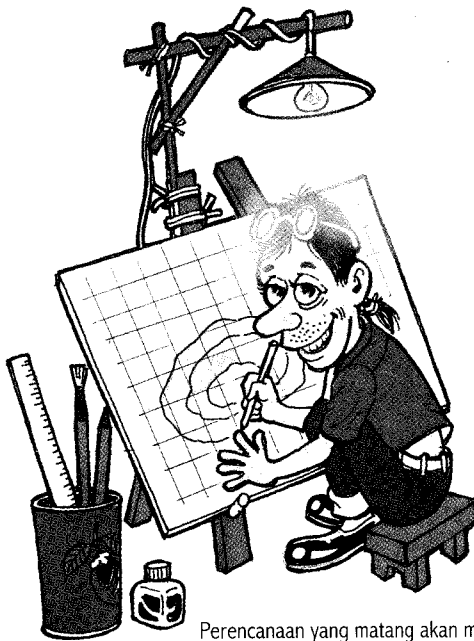




BAB 2

PERENCANAAN MENINGKAT RUMAH

Ilustrasi : J. Sugito



Perencanaan yang matang akan menghasilkan rumah tingkat yang nyaman, murah, dan indah dari segi estetikanya

Apabila seseorang mempunyai *hajat* atau kegiatan yang sekiranya penting tentu dibutuhkan *planning* atau perencanaan yang matang, tak terkecuali meningkat rumah. Perencanaan di sini meliputi pemahaman tentang kondisi bangunan lama, kondisi tanah, perubahan ruang, pemilihan model tangga dan atap, biaya, hingga penangkal petir.

A. Pahami Bangunan yang akan Ditingkat

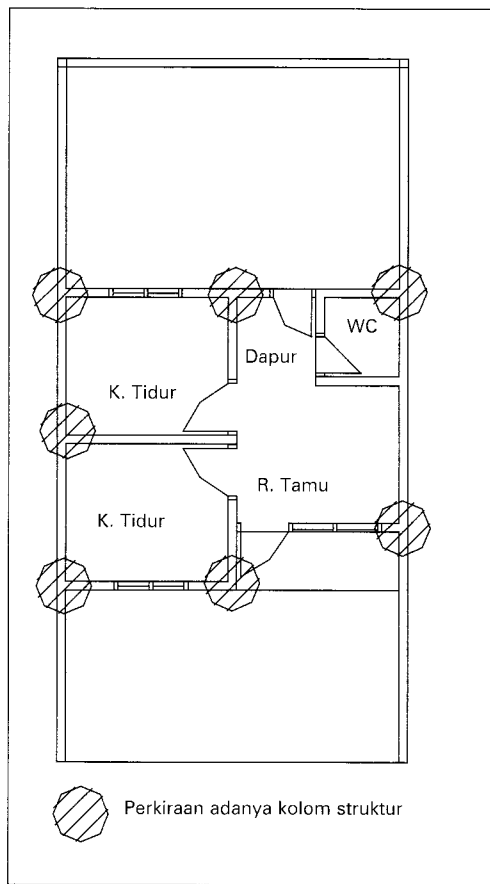
Sebelum meningkat rumah, ada baiknya dikenali terlebih dahulu kondisi bangunan yang akan ditingkat. Jika bangunan tersebut dibuat oleh pemborong yang telah Anda kenal,

persoalannya akan menjadi mudah. Selain itu, jika rumah dibeli dan langsung dihuni dari pengembang yang *bonafide*, tentu pengembang tersebut akan bertanggung jawab terhadap hasil kerjanya. Permasalahan akan muncul jika rumah dibuat oleh pemborong "kacangan" karena akan menimbulkan masalah bagi pemiliknya.

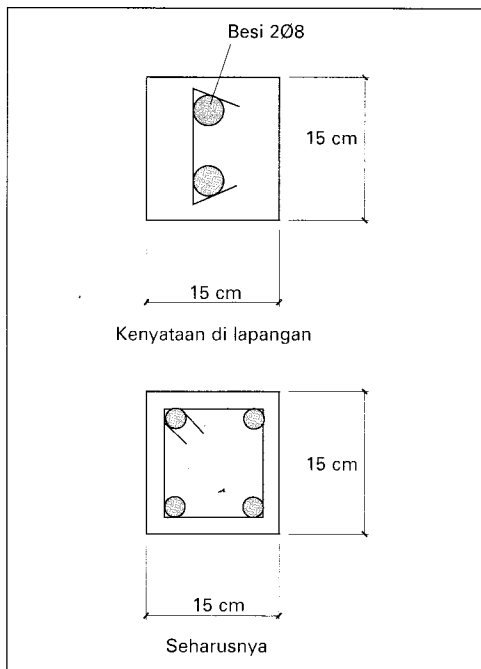
Pada umumnya rumah tipe sangat sederhana (RSS) banyak memiliki cacat bangunan. Pengembangnya hanya mengejar keuntungan tanpa memperhatikan kualitas. Rumah yang dibangun dipercayakan pada kontraktor A, tetapi tidak sebagai pelaksana. Sebagai contoh, rumah tipe 21 berharga 30 juta. Surat Perintah Kerja (SPK) yang dimiliki dijual kepada pemborong X. Pemborong X berani membayar 25 juta sehingga kontraktor A akan mendapat untung 5 juta tanpa harus keluar tenaga. Selanjutnya, pemborong X menjual lagi SPK tersebut kepada pemborong Y dengan harga 20 juta. Pemborong X mendapat laba 5 juta tanpa kerja. Dapat dibayangkan dari harga rumah tipe 21 dengan komponen sederhana berharga 20 juta oleh pemborong Y akan berusaha semaksimal mungkin mendapatkan sisa keuntungan. Padahal harga "borongan" yang diterimanya kemungkinan besar sedikit keuntungannya. Putar akal pun dilakukan dengan mengurangi kualitas

dan kuantitas material bangunan, sehingga bahan yang dibeli jauh dari persyaratan.

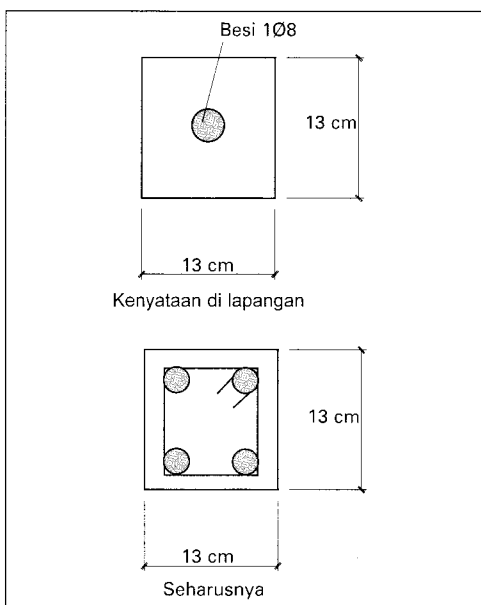
Penulis pernah diminta untuk merenovasi rumah tipe 21 di daerah Bogor. Keadaannya sungguh memprihatinkan sekali. Berikut ini disajikan ilustrasi tentang kondisi *sloof* dan kolom yang biasa dipakai pada rumah tipe 21 (hal 11).



Posisi kolom bangunan tipe 21



Kondisi sloof pondasi

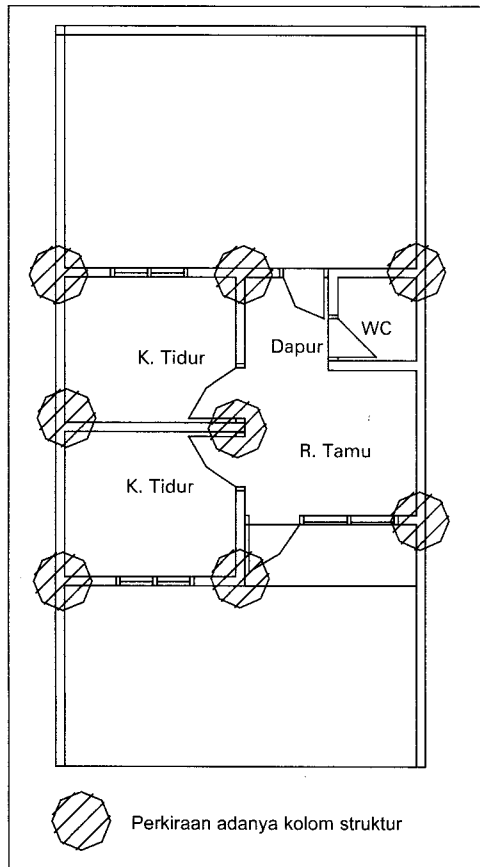


Kondisi kolom

Cara mudah memeriksa kondisi bangunan yang akan ditingkat sebagai berikut.

- 1) Cari kolom yang agak bebas posisinya, lalu bobok kolom tersebut untuk memeriksa kelayakan atau kualitas strukturnya. Jangan lupa periksa besinya, apakah layak atau tidak.
- 2) Gali pondasi yang mudah untuk dibobok supaya diketahui kondisi strukturnya. Jika kondisinya kurang memenuhi syarat, tentu akan dibuatkan pondasi pendukung yang ideal agar bangunan yang akan direnovasi menjadi lebih baik.
- 3) Periksa rangka kuda-kudanya, apakah kondisinya masih dalam keadaan baik atau tidak. Selain itu, periksa jenis kayu yang digunakan.
- 4) Periksa instalasi listriknya, apakah kabel-kabelnya masih layak pakai atau tidak.
- 5) Jika rumah dibangun oleh pengembang, mintalah detail konstruksinya. Ini diperlukan untuk mengetahui ukuran dan sistem konstruksi, misalnya ukuran pondasi, ukuran kolom dan pembesannya, posisi kolom, serta ring balok.

Demikianlah beberapa tips untuk meningkat rumah menjadi dua lantai. Prosedur ini memang wajib dilakukan agar bangunan yang direnovasi benar-benar aman. Jika konstruksinya tidak sesuai prosedur, bangunan akan mudah rusak. Perbaikan bangunan seperti itu akan jauh lebih mahal dibandingkan dengan membuat bangunan baru. Berikut ini contoh mencari posisi kolom yang akan dilihat strukturnya.

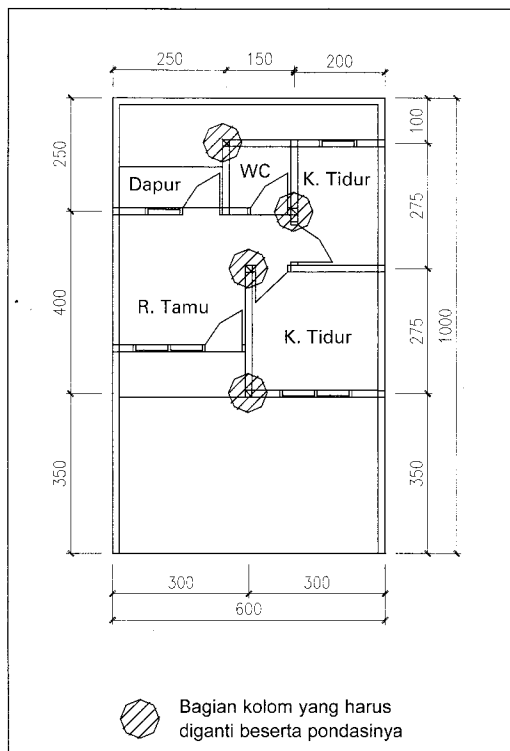


Perkiraan posisi kolom

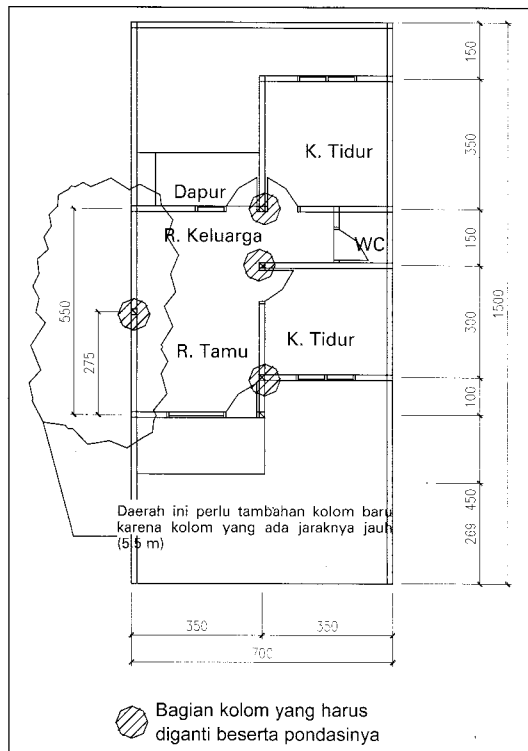
Struktur kolom pada bangunan tidak bertingkat umumnya sederhana, sebab beban yang diterima oleh kolom jenis ini hanya beban atap. Oleh karena bebannya kecil, sistem pembesannya pun disesuaikan. Besi yang digunakan rata-rata berupa besi "banci" dengan diameter 6—8 mm. Begelnya memakai besi berdiameter 4—6 mm dengan jarak antarbegel 20—25 cm.

Kolom bangunan bertingkat tentu akan berbeda dengan kolom bangunan tidak bertingkat, mengingat beban yang dipikul jauh lebih besar. Kolom yang berada di tengah harus mendapat perhatian lebih. Kolom ini paling berat menerima beban di atasnya. Pada dinding panjang, kemungkinan di tengahnya tidak ada kolom, melainkan pada dinding tepi kiri atau kanan. Oleh sebab itu, perlu tambahan kolom baru. Hal ini untuk menghindari balok beton yang membesar karena panjangnya bentangan. Jarak antarkolom yang disarankan minimal 2—4 m. Jika lebih dari itu maka di tengahnya harus ditambah kolom baru. Sebagai contoh, lihat rumah tipe 54/105, tipe 45/120, dan tipe 80/150 berikut ini.

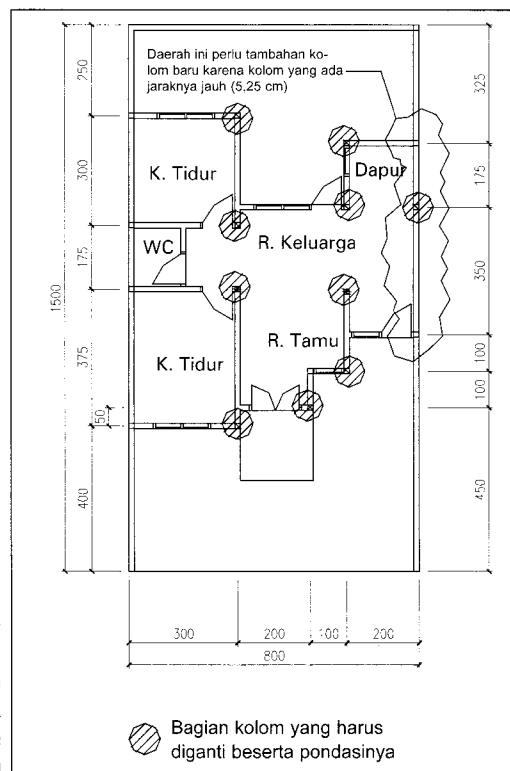
Hal-hal yang perlu dipersiapkan dalam meningkat rumah antara lain sebagai berikut.



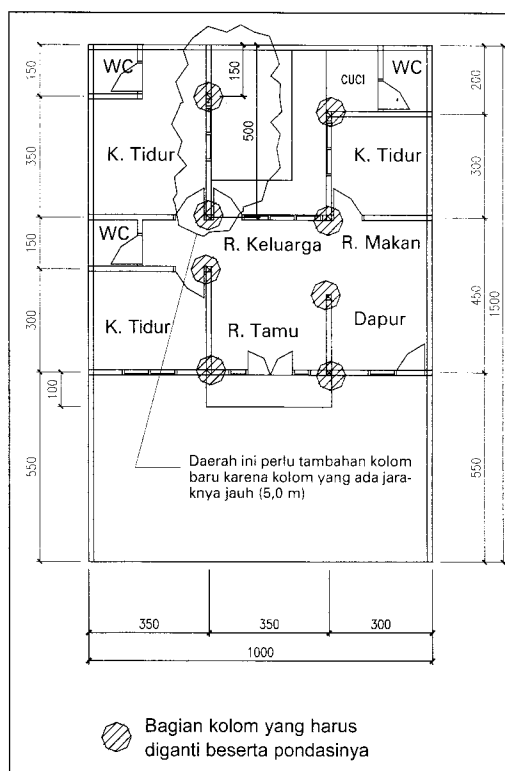
Denah penggantian tipe kolom pada rumah tipe 26/60.



Denah penggantian tipe kolom pada rumah tipe 54/105



Denah penggantian tipe kolom pada rumah tipe 45/120



Denah penggantian tipe kolom pada rumah tipe 80/150

- 1) Perencanaan atau pengaturan kembali tata ruang kamar di lantai dasar.
- 2) Penempatan tangga untuk media ke lantai atas dan menentukan tangga jenis apa yang akan dipakai di dalam rumah.
- 3) Penentuan bentuk atap rumah tingkat.
- 4) Penentuan kebutuhan tata ruang atau kamar di lantai atas.
- 5) Perencanaan sistem pemasangan Instalasi air bersih, termasuk penempatan tanki air di atas serta volume airnya.
- 6) Pengaturan sistem penempatan instalasi air kotor dan air limbah di lantai atas.
- 7) Penentuan sistem kelistrikan lantai atas, apakah diperlukan komponen antipetir atau tidak.
- 8) Persiapan gambar struktur atau gambar konstruksi pembesannya.
- 9) Untuk rumah kompleks, penentuan apakah dibuat oleh pengembang yang profesional.
- 10) Penggunaan jasa pengawas.
- 11) Pengurusan perizinan untuk meningkatkan rumah tinggal.
- 12) Perencanaan apakah harus menambah daya listrik setelah rumah menjadi dua lantai.
- 13) Pemilihan pemborong yang akan dipakai dalam pelaksanaan di hari "H", termasuk penentuan sistem kontrak yang akan digunakan.
- 14) Persiapan kebutuhan material yang akan digunakan.
- 15) Penggunaan sistem pembangunan secara total atau bertahap.
- 16) Penentuan apakah semua keluarga akan tetap tinggal di rumah selama renovasi atau kontrak rumah sementara.
- 17) Penentuan berapa besar dana yang tersedia.

Tips-tips tersebut di atas akan menjadi acuan dalam merenovasi bangunan. Sebelum pekerjaan dimulai ada baiknya diketahui seluk-beluk tentang bangunan bertingkat untuk menghindari cacat pada bangunan akibat minimnya pengetahuan tentang meningkat rumah. Misalnya terjadi kesalahan pondasi yang berakibat bangunan retak atau patah.

B. Pahami Kondisi Tanah

Sifat dan kondisi tanah sangat menentukan bentuk pondasi bangunan di atasnya. Secara sederhana tanah yang tidak layak untuk rumah bertingkat adalah tanah bekas timbunan sampah.

Jika dipaksakan, dinding rumah bisa patah dan roboh. Lantai di dalam rumah pun akan mengalami keretakan secara terus-menerus. Keadaan ini tidak dapat diperbaiki dengan cara apa pun. Jika mempunyai tanah dengan kondisi seperti ini, buang tanahnya, lalu diganti dengan tanah *urug* yang baru. Tanah yang mempunyai kepadatan baik umumnya berupa tanah bekas kebun atau tanah merah. Tanah bekas sawah dan setu masih dapat digunakan, tetapi memerlukan pondasi khusus.

Untuk kawasan *real estate* atau perumahan, tanahnya telah dianalisis dan dipadatkan, sehingga aman dijadikan lahan rumah bertingkat. Jika pengembang berbuat nakal, ia sendiri yang akan mengalami kerugian dan harus mengganti kerusakan bangunan.

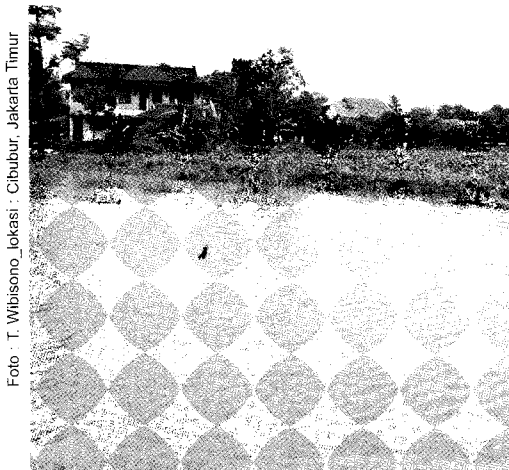


Foto : T. Wibisono, lokasi : Cibubur, Jakarta Timur

Tanah setu dapat digunakan untuk rumah tingkat, tetapi membutuhkan pondasi khusus



Foto : Anggoro, lokasi : Wisma Hijau, Depok

Pemadatan tanah.
Mencegah kerusakan pada lantai dan tembok rumah

C. Perubahan Tata Ruang

Meningkat rumah ruangan atas, otomatis akan mengurangi jumlah kamar di bawah. Artinya, suasana ruang bawah menjadi lebih luas sehingga pemanfaatan kamar menjadi lebih maksimal. Menuju lantai atas tentu harus adamedianya, yaitu memerlukan tangga. Perlu diketahui bahwa merencanakan tangga tidak boleh serampangan seperti membuat tangga untuk memanjat pohon (tangga monyet).

D. Merencanakan Tangga

Tangga menurut kebutuhannya adalah sebagai media untuk naik ke atas atau lantai dua dan seterusnya. Namun,

ada juga yang mendesain sebuah tangga sedemikian rupa karena tangga bisa dikategorikan sebagai bagian dari interior. Dapat dikatakan, sebuah tangga mempunyai nilai yang lebih dari sekadar elemen penghubung antara lantai bawah dan atas. Tangga dapat diberi pernik-pernik tambahan atau aksesoris yang indah sehingga tampilannya lebih artistik. Material tangga terdiri dari bahan beton, besi, atau kayu

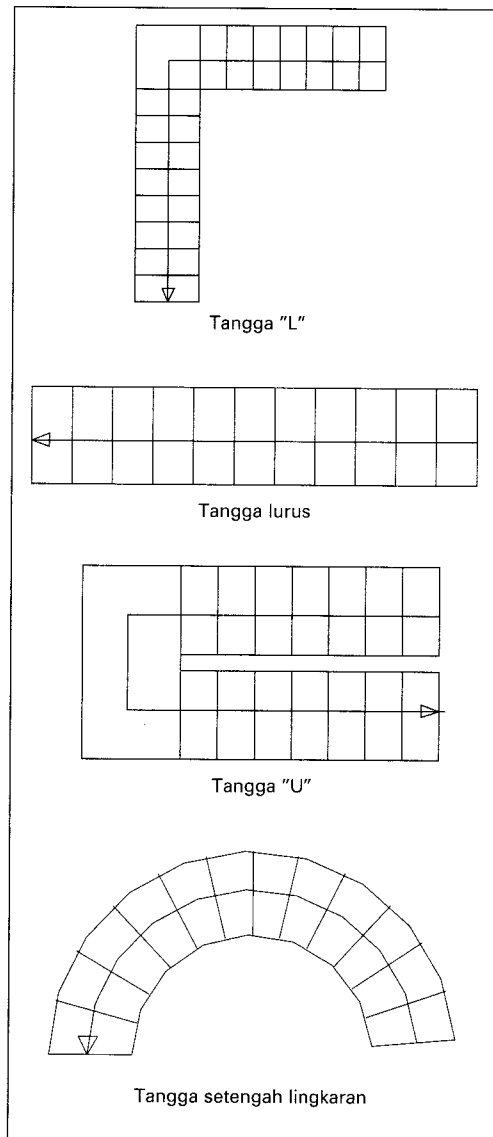
Dari sudut konstruksi, tangga memerlukan pembesian yang sedikit lebih banyak dibandingkan dengan komponen beton lainnya. Tangga untuk rumah tinggal mempunyai beragam model, di antaranya

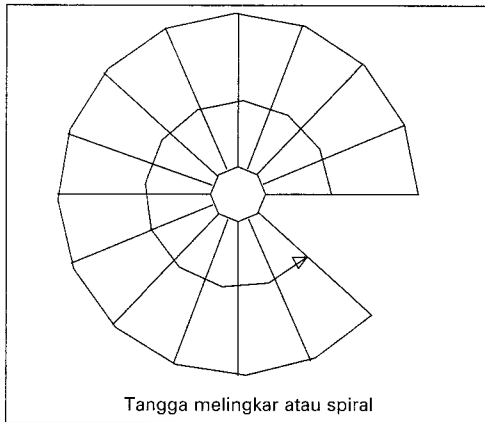
- 1) tangga lurus,
- 2) tangga "L",
- 3) tangga "U",
- 4) tangga setengah lingkaran, dan
- 5) tangga melingkar atau spiral.

Membuat tangga perlu rumusan yang harus diperhatikan antara lain sebagai berikut.

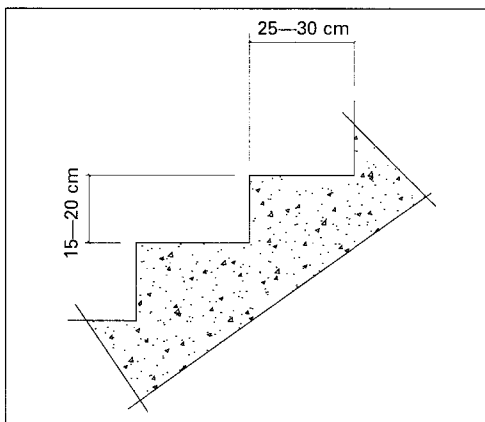
- 1) *Trap* (anak tangga) naik, idealnya berukuran antara 15—20 cm. Kurang dari 15 cm kurang nyaman digunakan, lebih dari 20 cm pun akan melelahkan penggunaanya.
- 2) Jarak datar pada anak tangga, idealnya berukuran 25—30 cm. Jika lebih kecil dari 25 cm, pemakai ha-

rus berhati-hati agar tidak tergelincir, sementara lebih dari 30 cm akan membuat pengguna cepat lelah karena langkah kaki maksimal sejauh 30—40 cm.





- 3) Sudut kemiringan tangga idealnya berada di bawah 45° . Jika lebih akan berbahaya bagi pemakainya.
- 4) Bentuk tangga dapat didesain sesuai hati, terutama bagi yang memiliki lahan luas. Akan tetapi, untuk rumah di lahan terbatas, bentuk tangga yang ideal adalah tangga "L". Sementara tangga tipe "U" masih kurang cocok untuk rumah tipe kecil. Tangga tipe "U" membutuh-



Detail anak tangga

kan lebar paling tidak 1,5 m, sedangkan tangga "L" memerlukan lebar 60—70 cm. Kesimpulannya, tangga "U" masih memerlukan pertimbangan pemanfaatan sisa ruangan yang ada.

Untuk mendapatkan ukuran anak tangga yang ideal, diperlukan perhitungan yang terencana. Ada cara sederhana untuk menghitung ukuran anak tangga seperti contoh berikut ini.

- ❖ Tinggi lantai atas dari lantai bawah 3,5 m.
- ❖ Dibutuhkan 23 buah anak tangga (*trap*).
- ❖ Tinggi setiap anak (*trap*) tangga, $350 \text{ cm} : 23 \text{ buah} = 15,1739 \text{ cm}$.

Nilai 15,1739 cm akan menyulitkan pengukuran pada saat pelaksanaan pekerjaan. Ukuran anak tangga harus disederhanakan, misalkan jumlah anak tangga dikurangi satu buah menjadi 22 anak tangga, sehingga didapat ukuran untuk setiap anak tangga $350 \text{ cm} : 22 \text{ buah} = 15,90909 \text{ cm}$. Ukuran sebesar 15,90909 dibulatkan menjadi 16 cm. Namun, jumlah anak tangga dipecah menjadi dua macam. Pertama, jumlah anak tangga menjadi 21 buah dengan ukuran 16 cm maka didapat ukuran $21 \text{ buah} \times 16 \text{ cm} = 336 \text{ cm}$. Angka ini

dikurangkan ke tangga lantai yang direncanakan menjadi, $350 - 336 = 14$ cm. Didapat jumlah anak tangga 21×16 cm = 336 cm + 14 cm (angka sisa) = 350 cm.

Nilai sisa sebesar 14 cm harus diletakkan di awal anak tangga atau akhir anak tangga. Memang seperti inilah cara menyiasati keganjilan hasil pembagian nilai (angka naik) anak tangga. Aturan utamanya adalah bahwa nilai (angka naik) anak tangga secara keseluruhan harus tetap dan tidak boleh berbeda. Jika terjadi perbedaan, sudah dapat dipastikan setiap pengguna tangga yang hendak naik ataupun turun akan jatuh. Mengapa demikian? Ketika akan naik tangga, kaki akan melangkah dari anak tangga pertama, lalu anak tangga kedua, dan anak tangga ketiga. Setiap kaki melangkah diikuti oleh pandangan mata, lalu otak akan merekam, dan memasukkannya ke dalam memori. Selanjutnya, otak akan menyetel gerakan kaki agar melangkah sesuai rekaman yang diperolehnya. Cara yang seperti itulah membuat pemakai tangga dapat meniti tangga sampai lantai atas tanpa harus melihat anak tangga satu per satu, bahkan bisa sambil *ngobrol* atau membaca koran.

Tangga berlaku untuk segala usia. Menaiki tangga tidak boleh tegang, tetapi harus santai dan nyaman. Semua gerak kaki sudah diatur oleh otak

secara otomatis. Jika akan naik dan mendekati anak tangga terakhir, otak memerintahkan mata untuk melakukan penyesuaian jarak naik anak tangga terakhir. Setelah itu, selesailah tugas otak mengatur gerak langkah kaki. Demikian juga jika menuruni tangga. Ketika mendekati anak tangga terbawah, otak kembali memerintahkan mata untuk menyesuaikan jarak anak tangga paling bawah, selanjutnya kaki bebas melangkah. Misalkan, ada satu atau dua buah anak tangga di urutan ke-7 atau ke-12 yang berbeda ukurannya, sudah dipastikan akan banyak jatuh korban. Anak tangga pertama atau anak tangga terakhir biasanya dijadikan sebagai buangan sisa perhitungan tinggi anak tangga yang lainnya.

Dalam membuat sisa ukuran tinggi anak tangga buangan, hendaknya tidak melebihi atau mengurangi terlalu banyak jarak tinggi anak tangga yang ideal.

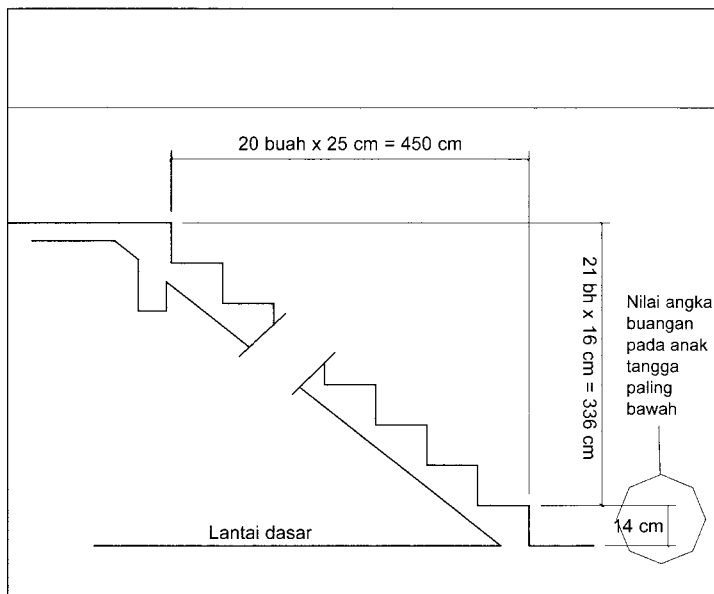
Untuk rumah kecil di lahan *kavling*, tinggi lantai atasnya diupayakan maksimal 3 m saja. Jika lebih dari 3 m, jumlah anak tangga akan banyak sehingga banyak ruangan dipakai untuk tangga. Lantai atas yang tingginya 3 m akan didapatkan anak tangga sebanyak 15—20 buah. Lebar anak tangga disarankan hanya 25 cm. Sementara lebar tangganya antara 60—70 cm.

Meletakkan atau menempatkan posisi tangga di sebuah ruangan tidak boleh mengganggu pandangan, tidak boleh mengganggu sirkulasi udara, atau mengganggu arus lalu-lintas. Seharusnya posisi tangga membuat suasana ruang menjadi lebih indah dan menyenangkan.

Tangga putar atau tangga spiral yang umumnya terbuat dari baja tidak cocok ditempatkan di dalam ruangan yang berfungsi sebagai interior. Tangga besi biasanya merupakan tangga *service* untuk keperluan darurat saja, misalnya untuk ke ruang jemur di atas dak beton atau untuk naik pembantu ke kamarnya.

Namun, hal tersebut tidak mutlak karena tangga besi spiral, bila dibuat dengan sentuhan seni, dapat menjadi sebuah tangga yang artistik, tergantung siapa yang mengolahnya. Jika di tangan seorang arsitek hasilnya bagus, tetapi jika di tangan seorang tukang besi hasilnya tentu lain.

Saat ini banyak dijumpai tangga "L" yang di bawahnya dimanfaatkan untuk menyimpan perkakas dan perabot rumah tangga. Bahkan di beberapa tempat dijadikan sebagai ruang tidur. Tangga tipe "L" sangat cocok untuk rumah sederhana karena tidak "memakan" ruang terlalu banyak dan berada di sudut

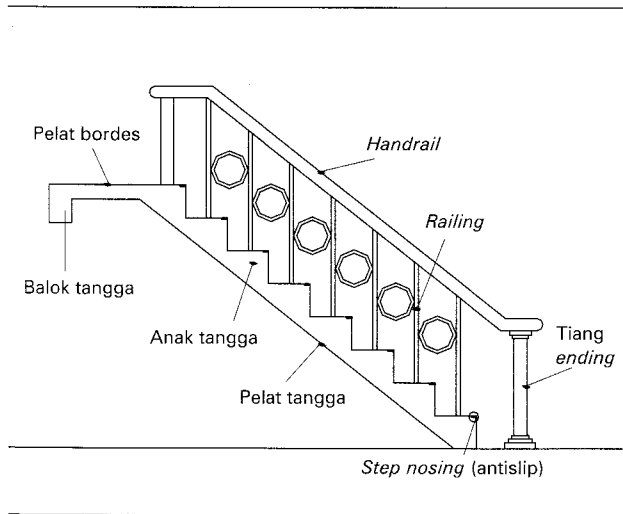


Pembuangan sisa perhitungan trap naik anak tangga

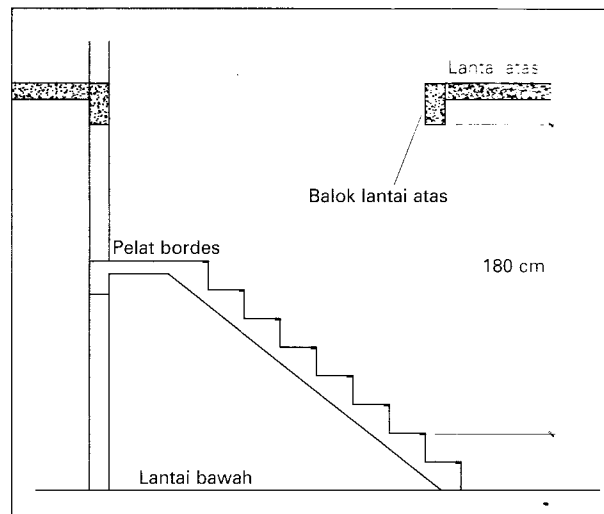
Foto : Hafid_lokasi : Cimanggis, Depok



Tangga spiral. Lebih cocok ditempatkan di luar ruangan



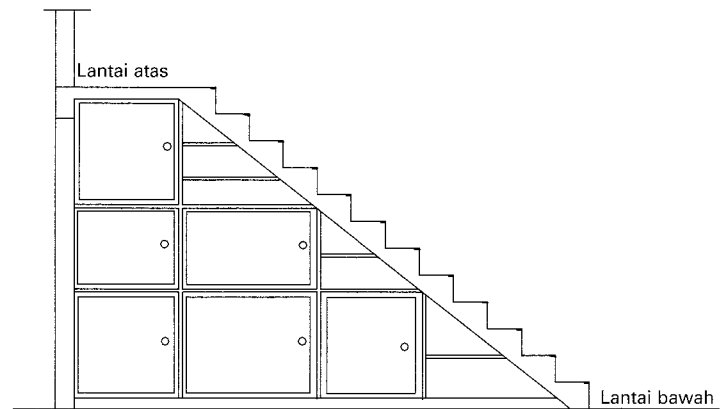
Mengenal komponen tangga



Jarak aman antara anak tangga dan lantai atas.

ruangan sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Setiap tangga tentu membutuhkan ruang terbuka di atasnya. Tujuannya agar pengguna tidak terkena (ter-jedot) balok lantai atas ketika naik dari bawah. Jarak aman dari anak tangga terhadap balok atas minimal 180 cm. Jika kurang sangat berbahaya. Prinsipnya, diambil dari tinggi rata-rata orang Indonesia. Jika terpaksa, dibolehkan kurang dari 180 cm.



Lemari bawah tangga. Ruang bawah tangga dapat dimanfaatkan dengan pemasangan sebuah lemari

E. Model Atap

Modifikasi atap bangunan yang lebar tanahnya kurang dari 8 m sangat terbatas. Jika dipaksakan, bentuknya tidak akan bagus secara estetika, misalnya memaksakan atap model limas yang banyak terdapat jurai. Masalah yang

timbul adalah pada talang air hujan harus terbuat dari beton. Jika dibuat dari bahan kayu dan seng lalu diberi cat antirarat, talang akan mudah bocor. Perawatan talang jenis ini akan terjadi terus-menerus dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

Umumnya, batas antarkavling rumah tipe 21 berhimpitan satu dengan lainnya. Itulah yang menyebabkan mengapa atap dari bangunan yang berderet dengan lebar kurang dari 8 m berbentuk pelana.

Bahan yang dapat dipakai untuk rangka atap pada rumah tinggal sederhana bisa memakai bahan kayu, rangka beton (sopi-sopi) atau memanfaatkan teknologi baru, yaitu atap baja ringan (*zincalum*). Bahan atap baja ringan dapat dipakai sebagai

alternatif rangka atap. Saat ini harga rangka sampai pada reng untuk setiap m^2 ditawarkan mulai dari Rp 125.000—Rp 135.000 (tahun 2004). Luas atap dihitung dari kemiringan atap. Jarak maksimal antar-rangka baja ringan maksimal 1,5 m. Untuk rangka atap, penulis menyarankan terbuat dari beton (balok sopi-sopi). Rangka ini lebih murah, kuat, dan aman dari rayap serta api.

Agar tampilan depan rumah bertingkat lebih indah, disarankan menggunakan genteng ber-*glazur* atau genteng lain yang sedang *ngetrend*. Sementara bagian belakangnya memakai atap asbes.

F. Penangkal Petir

Untuk bangunan bertingkat, penangkal petir merupakan kebutuhan yang tidak boleh dianggap sebelah mata. Satu set alat penangkal petir merupakan bagian dari instalasi listrik.

Penangkal petir bukanlah alat penolak petir, tetapi justru sebagai alat penangkap arus listrik yang dihasilkan oleh sebuah semburan arus listrik positif yang berdaya jutaan watt. Petir menghasilkan energi listrik, kemudian disalurkan ke dalam bumi melalui media benda-benda keras yang dapat dialiri energi listrik. Media penerima aliran

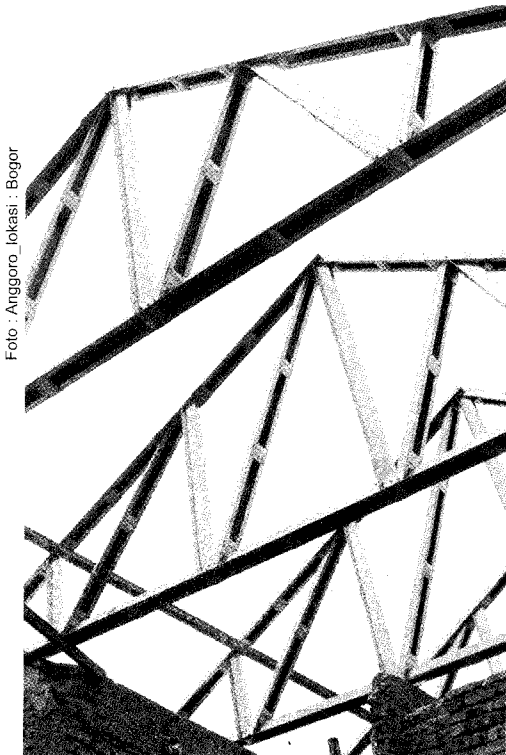
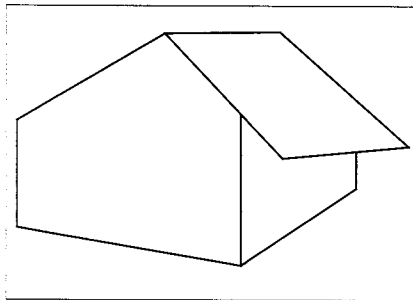
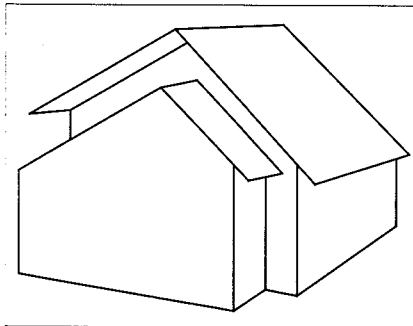


Foto : Anggoro Lokasi : Bogor

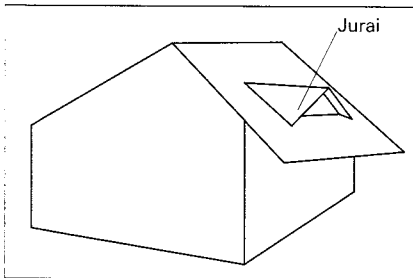
Bahan atap baja ringan. Alternatif sebagai bahan rangka atap



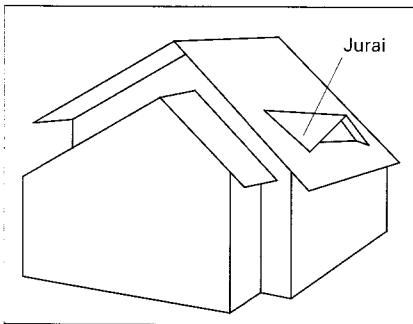
Atap pelana



Atap pelana susun



Atap pelana + jurai



Atap pelana susun + jurai

listrik inilah yang menjadi jalan arus petir masuk ke dalam bumi.

Sebuah rumah yang paling tinggi di antara rumah-rumah lain di sekitarnya sangat rawan terhadap sambaran petir. Rumah yang sudah dilengkapi dengan seperangkat alat antipetir akan aman dari sambaran petir yang dapat merusak rumah, bahkan membunuh penghuninya.

Secara umum alat antipetir sederhana berbentuk tombak berujung runcing menghadap ke langit. Ujung elemen tombak akan mengeluarkan energi listrik negatif yang berfungsi menarik energi listrik positif yang merupakan standar bentuk penangkal petir. Pemasangan alat antipetir harus dilakukan sesuai kerja alat itu sendiri. Proteksi penangkal petir memiliki sudut atau derajat kemiringan $\pm 45^\circ$. Di luar sudut itu, pengamanan tidak akan tercapai. Oleh karena keterbatasan daya proteksi maka dalam sebuah bentuk atap akan ada lebih dari satu buah elemen penangkap petir. Perancang elektrikal sudah paham akan hal ini sehingga desainnya pasti telah memenuhi standar keamanan.

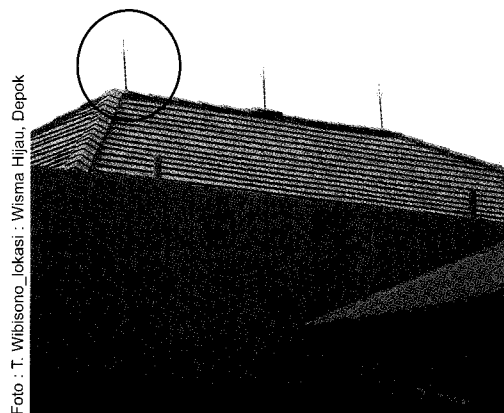
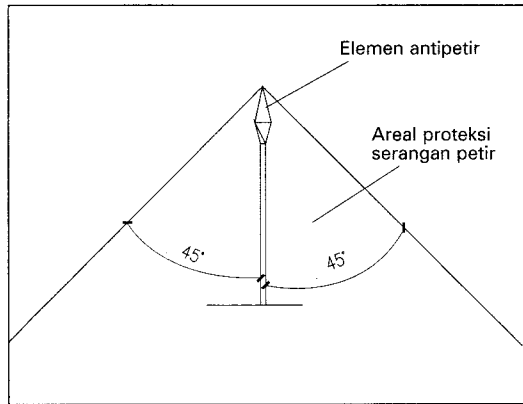
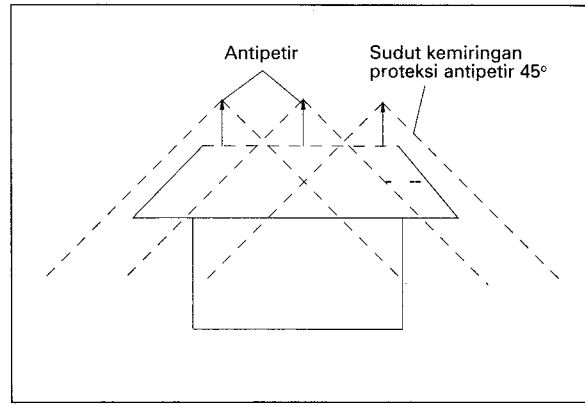


Foto : T. Wibisono, lokasi : Wisma Hijau, Depok

Penangkal petir. Merupakan bagian dari instalasi listrik



Jangkauan proteksi antipetir konvensional



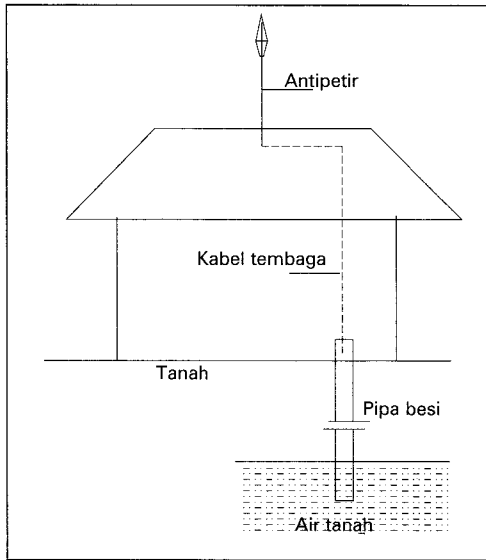
Jarak pemasangan antipetir konvensional

Bagaimana jika sudah dipasang perangkat antipetir dan tiba-tiba terjadi serangan petir di tempat lain, lalu listrik di rumah itu menjadi padam. Seluruh peralatan elektronik yang pada saat itu tengah dalam keadaan *on*, lalu menjadi *off* dan tidak dapat digunakan. Apakah antipetir yang ada sudah tidak berfungsi?

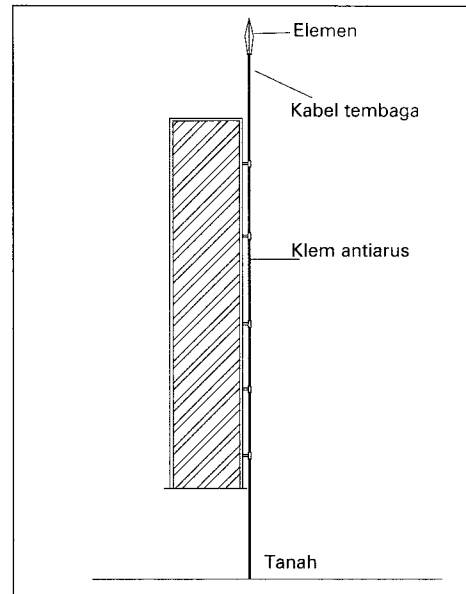
Semua perangkat antipetir hanya mampu menyalurkan sambaran listrik yang dihasilkan oleh sebuah "serangan" petir. Saat terjadi serangan petir, timbul dua macam energi, yaitu energi listrik yang berdaya jutaan volt dan gelombang elektromagnetik. Penangkal petir jenis apa pun tidak berdaya pada serangan gelombang elektromagnetik. Gelombang ini aman ketika memasuki seluruh ruang udara yang merambat dan menyerang perangkat elektronik yang pada saat itu dalam keadaan *on*. Itulah sebabnya mengapa serangan petir di tempat lain yang tidak terserang

menerima imbasnya. Jadi, bukan kesalahan pada penangkal petirnya. Serangan gelombang elektromagnetik ini belum ada "obatnya". Pencegahannya hanya dengan cara meng-*off*-kan seluruh perangkat elektronik jika terjadi hujan disertai guntur atau halilintar berulang-ulang dengan suara yang menggelegar.

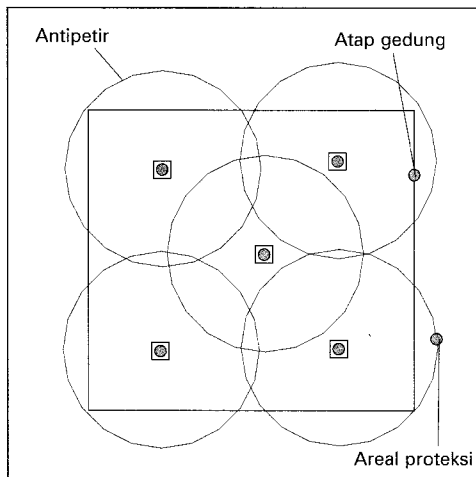
Dahulu, metode pemasangan antipetir pada bagian karpus terlihat jalinan kabel *coaxial* memanjang dan memasuki bumi. Pemandangan ini juga mengurangi keindahan sebuah rumah. Saat ini pemasangan semacam itu tidak lagi dijumpai karena karpus (nok) khusus yang dibuat untuk instalasi antipetir telah banyak tersedia. Kabel tembaga atau *coaxial* akan terus masuk melalui lubang pada karpus antipetir. Kemudian kabel dipasang di bawah atap sampai menuju ke *ground* (tanah atau bumi). Semua kabel terisolir terhadap sentuhan benda kayu atau besi dari struktur bangunan.



Skema pemasangan antipetir

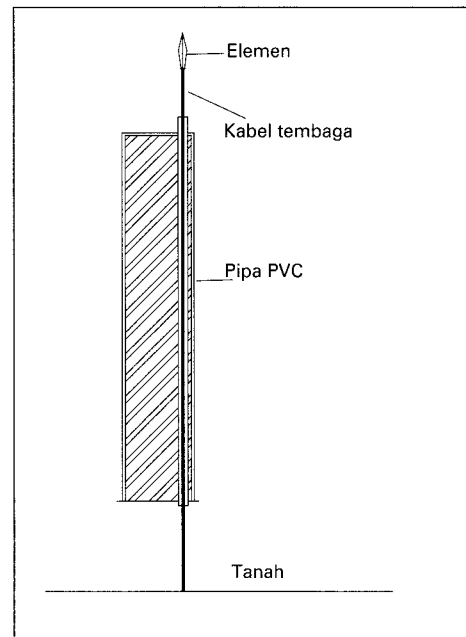


Pemasangan instalasi antipetir di luar dinding



Covering area antipetir pada gedung tinggi

Biasanya kedalaman *grounding* harus mencapai muka air tanah dalam keadaan musim kemarau. Jika pembuatan penangkal petir dibuat pada musim hujan maka mintalah *grounding*-nya mencapai air tanah pada kedalaman air di saat musim kemarau panjang.



Pemasangan instalasi antipetir di dalam dinding

Setelah selesai pemasangan antipetir, biasanya dilakukan pengetesan untuk mengetahui efektivitas kerja dari rangkaian antipetir.

Penangkal petir banyak ragamnya. Semakin baik atau semakin luas cakupan proteksinya akan semakin mahal harga dan pemasangannya. Biaya pembuatan sebuah instalasi penangkal petir konvensional tidak terlalu mahal seperti pada Tabel 1.

TABEL 1. DAFTAR HARGA KOMPONEN
ANTIPETIR KONVENSIONAL UNTUK
RUMAH TINGGAL

| No | Uraian | Satuan | Harga (Rp) |
|----|----------------------------------|--------|------------|
| 1 | Elemen tombak | bh | 100.000,00 |
| 2 | Pipa antiarus | m | 25.000,00 |
| 3 | Kabel tembaga 50 mm ² | m | 20.000,00 |
| 4 | Klem kabel tembaga | bh | 3.000,00 |
| 5 | Pengetesan | lot | 200.000,00 |
| 6 | Pipa galvanis Ø1 inci | lm | 50.000,00 |

* Data tahun 2005 di Jakarta

Bandingkan dengan penangkal petir untuk bangunan gedung tinggi seperti pada Tabel 2 di bawah.

TABEL 2. DAFTAR HARGA KOMPONEN
ANTIPETIR UNTUK GEDUNG TINGGI

| No | Uraian | Satuan | Harga (Rp) |
|----|--|--------|---------------|
| 1 | EF. lightning terminal radius >110 m ² | unit | 14.600.000,00 |
| 2 | Connecting sleeve | bh | 325.000,00 |
| 3 | EF. coaxial cable | m | 325.000,00 |
| 4 | Surge arresters 15 tetra res. 3 phase | bh | 2.400.000,00 |
| 5 | Grounding terdiri dari earth steel coppir rod 5/8" | m | 308.000,00 |

* Data tahun 2005 di Jakarta

Setelah seluruh instalasi penangkal petir terpasang, lakukan pengetesan untuk mengetahui apakah instalasi benar-benar dapat bekerja dengan baik. Peralatan untuk mengetes alat antipetir disebut *grounding*.

G. Tips Murah Meningkatkan Rumah

Membuat denah baru sedapat mungkin dapat mengurangi pekerjaan pembongkaran dinding yang sudah ada. Pembongkaran selain membutuhkan biaya yang tidak sedikit, juga akan membuat material bongkaran tidak terpakai.

Pembongkaran terpaksa dilakukan jika sebuah kamar memang harus dipindah. Misalnya, kamar mandi yang terletak di tengah ruangan kurang baik sehingga terpaksa dibongkar dan dipindahkan ke belakang.

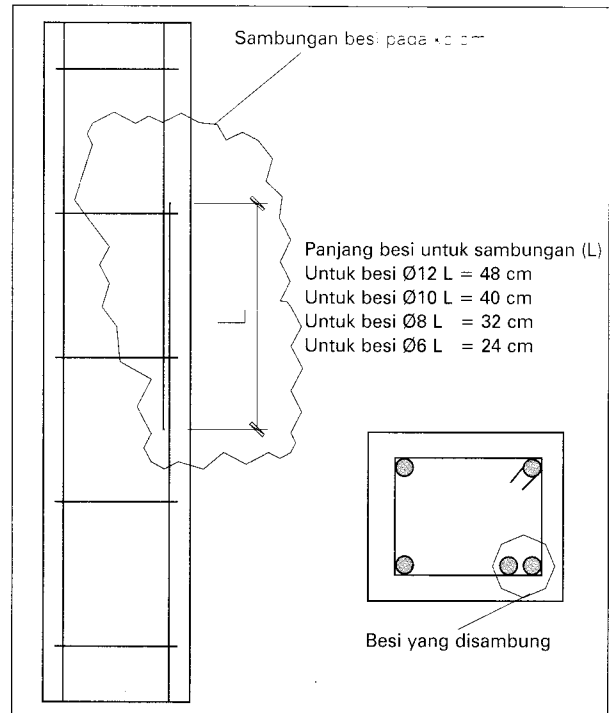
Agar pembongkaran tidak menambah jumlah biaya yang dikeluarkan, ada beberapa tips yang berhubungan dengan pembongkaran rumah yang akan direnovasi, antara lain sebagai berikut.

- 1) Usahakan dinding tidak dibongkar. Jika terpaksa dibongkar, upayakan dengan hati-hati agar bata bekasnya dapat dimanfaatkan lagi.
- 2) Bongkaran batu kali di bawah dinding jangan dibuang karena masih dapat dipakai lagi.

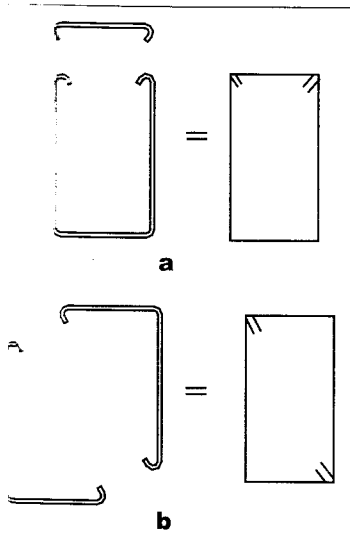


Foto : T. Wibisono, Bekasi - Bogor

Pembongkaran. Membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan membuat material bongkaran tidak terpakai




Pemasangan sambungan besi utama untuk kolom



Pemanfaatan besi pendek untuk kolom. Sambungan 1/4 besi (a) dan sambungan 1/2 besi (b).

- 3) Besi *sloof* dan kolom jangan dibuang karena 98% masih dapat dipakai lagi.
- 4) Kusen yang terdiri dari pintu dan jendela tidak perlu dirubah modelnya, kecuali jika sudah rusak.
- 5) Kusen untuk lantai atas sesuaikan dengan bentuk kusen lantai bawah.
- 6) Bahan atap kayu seperti gording, kaso, reng, dan genteng yang masih dapat di gunakan jangan dibuang, melainkan dikumpulkan di satu tempat barangkali bisa dipakai lagi atau dijual
- 7) Minimalkan sisa dari pemakaian besi, paling tidak 10 cm saja yang tidak terpakai. Biasanya besi berdiameter 6—10 mm digunakan untuk begel kolom atau begel balok.

Besi utama untuk kolom dapat disambung dengan besi sisa asalkan diameternya sama dengan besi utama yang lainnya. 

BAB 3

TEKNIK MENINGKAT RUMAH

Seperi telah disinggung sebelumnya, S_ymeningkat rumah ada dua macam. Pertama, meningkat rumah mulai dari pondasi hingga atap atau dengan kata lain bangunan belum ada. Kedua, bangunan sudah ada direnovasi menjadi bangunan bertingkat.

Jika kita membicarakan bangunan bertingkat, bayangan pertama yang terlintas adalah sistem strukturnya. Para ahli menyebutnya dengan istilah pembesian. Pembesian terdapat pada elemen-elemen bangunan antara lain

- 1) pondasi,
- 2) kolom atau tiang penyangga,
- 3) tangga,
- 4) balok beton penahan ruang atas,
- 5) pelat beton yang menjadi lantai

dan sarana pergerakan bebas di atasnya, serta

- 6) kerangka atap yang menjadi penutup bangunan di bawahnya.

Keseluruhan sistem tersebut idealnya melibatkan seorang ahli konstruksi. Dari tangan merekalah terwujud sebuah sistem yang tepat sasaran seperti efektivitas, efisiensi, kualitas, dan kenyamanan. Akan tetapi, tidak semua pemilik bangunan menggunakan jasa konstruksi. Umumnya, mereka telah mendapatkan pemborong bangunan yang sudah punya pengalaman atau telah mengantongi jam terbang yang panjang. Ini sah-sah saja, sebab dari mereka pun banyak terwujud rumah-

rumah bertingkat. Penilaian akhir dari wujud bangunan bertingkat itu akan melahirkan kalimat "apakah sistem strukturnya efisien, kuat, dan aman".

Perkembangan dunia rancang bangun konstruksi setiap tahunnya mengalami kemajuan. Hal ini ditandai dengan munculnya teknologi terbaru dalam membangun rumah bertingkat berupa bahan-bahan yang sederhana, praktis, dan murah. Perkembangan material ini yang mengikuti hanyalah para ahli struktur karena merekalah yang punya kepentingan memberikan informasi temuan ini di dalam membangun rumah bertingkat. Seorang pemborong belum tentu akan mendapatkan teknologi-teknologi baru. Mereka bekerja menggunakan ilmu yang diperoleh dari pengalaman. Biasanya pengalaman ini akan tetap dipertahankan sampai ia sadar bahwa sistem kerja yang dipakai sebenarnya sudah *usang* dan menimbulkan biaya tinggi. Apabila pemborongnya banyak belajar serta terus mengikuti perkembangan zaman, tentu hasilnya akan lain. Pemborong seperti inilah yang ideal untuk membangun sebuah rumah bertingkat.

Dalam pelaksanaan bangunan bertingkat ada beberapa metode dan komponen bahan yang dapat dipakai untuk meningkat rumah, antara lain.

- 1) sistem konvensional,
- 2) sistem pelat *bondeck*,
- 3) sistem *spanbeton deck* (beton botol),
- 4) sistem komponen pelat panel hebel.
- 5) bahan kayu, dapat kayu papan atau kayu dari bahan multipleks,
- 6) sistem keraton atau keramik komposit beton (pelat rusuk),
- 7) sistem baliton atau balok lantai beton,
- 8) sistem *sheradeck*, dan
- 9) sistem *precast concrete slab* atau pelat beton siap pasang.

A. Meningkatkan Rumah Sistem Beton Konvensional

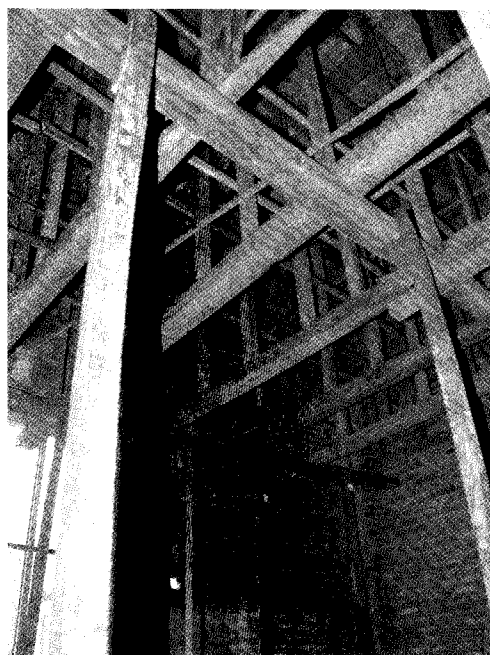
Sistem ini sudah populer sejak era tahun 60-an. Sistem ini menggunakan 100% bahan bekesting (perancah) kayu atau bambu sebagai sarana penopang lantai dan balok beton atas. Saat kayu masih murah dan mudah didapat, orang cenderung menggunakan sistem ini. Bahkan sampai sekarang pun sistem ini masih digunakan untuk bangunan-bangunan mewah bertingkat. Setelah harga kayu mulai merambat naik dan untuk menekan biaya pekerjaan maka sistem ini sudah jarang digunakan.



Membangun rumah tingkat. Banyak menggunakan sistem konvensional

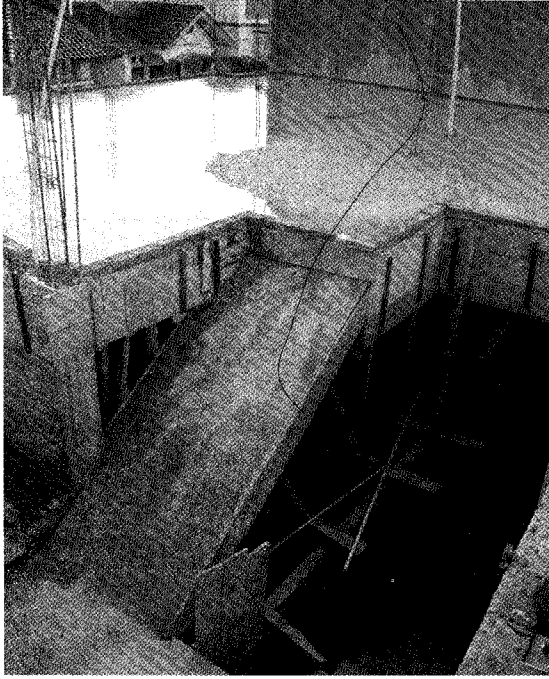
Sebagai gantinya, dipakai bekesting besi yang dikenal dengan sebutan *scaffolding*. Kelebihan bahan ini adalah dapat dipakai terus-menerus dan bergantian dari lantai bawah ke lantai berikutnya. Sebaliknya, jika menggunakan bekesting kayu, setelah pekerjaan selesai kayu dijual dengan harga yang sangat murah. Sementara jika penggunaan *scaffolding* selesai maka akan dikembalikan ke tempat sewanya. Apabila tidak memakai *scaffolding*, pastikan kayu bekas bekesting dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Kerugian meningkat rumah dengan menggunakan sistem konvensional adalah sebagai berikut.



Bekesting kayu. Pastikan kayu bekasnya dapat dimanfaatkan secara maksimal

- 1) Biaya yang dihabiskan cukup tinggi.
- 2) Setelah pengecoran selesai, harga jual bekesting turun drastis.
- 3) Harus ditunggu paling tidak 21 hari agar perancah kayunya bisa dilepas sehingga ruang bagian bawah tidak bisa dikerjakan.
- 4) Pengerjaan pemasangan bekesting memakan waktu lama sehingga ongkos tukang menjadi lebih besar.
- 5) Pembongkaran bekesting membutuhkan waktu sehari-hari.

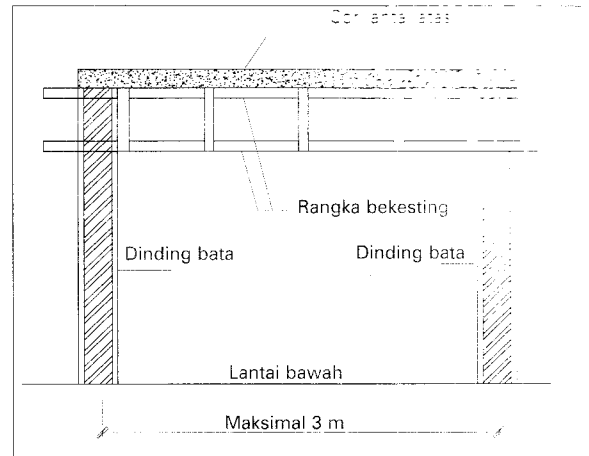


Meningkat rumah dengan sistem konvensional membutuhkan waktu yang lama untuk pengeringan betonnya

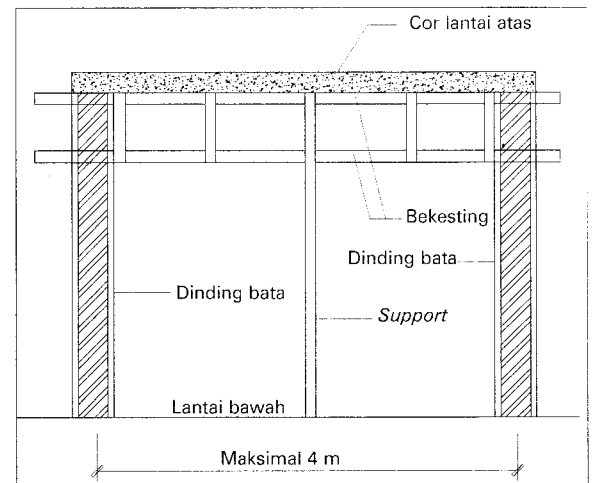
- 6) Diperlukan tempat "ekstra" lebar untuk menampung material bekas bekesting.
- 7) Banyak menggunakan besi beton, paku, dan kawat beton (kawat bendrat) sehingga biaya yang dikeluarkan akan bertambah besar.

Ada beberapa tips untuk menekan biaya jika menggunakan bekesting kayu, antara lain sebagai berikut.

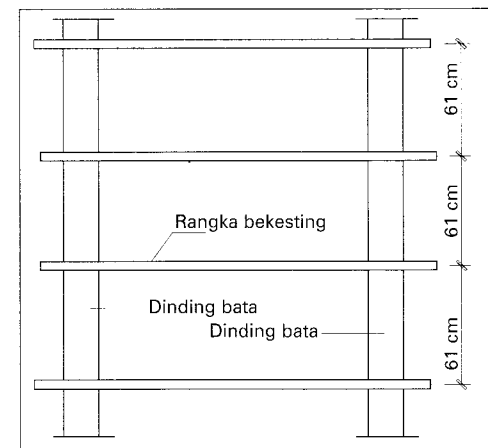
- 1) Dinding bata harus sudah terpasang sampai mendekati lantai atas tanpa harus diplester.
- 2) Jarak antardinding maksimal 3 m. Jika 4 m harus ada *support* di tengah-tengahnya.
- 3) Susunan rangka kayu kaso berjarak 60 cm.
- 4) Rangka kayu kaso dapat digunakan sebagai bahan balok kayu atap.



Penghematan pemakaian bekesting kayu dengan bentang 3 m



Penghematan pemakaian bekesting kayu dengan bentang 4 m



Denah pemasangan bekesting hemat kayu (dilihat dari atas)

1. Sistem pembesian beton cor

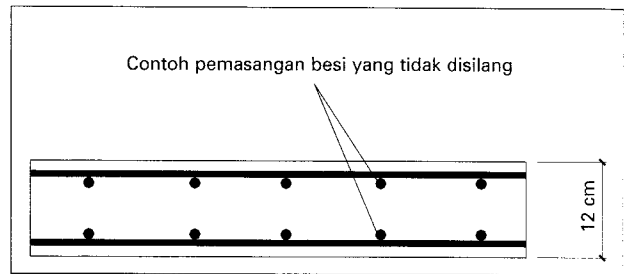
Beton konvensional membutuhkan banyak besi beton. Diameter besi untuk rumah tinggal umumnya menggunakan besi berdiameter 8—10 mm. Jarak pemasangan antarbesi mulai dari 15—20 cm, bahkan ada yang berjarak setiap 25 cm.

Jarak dan diameter besi yang dipakai tergantung dari jarak antarbalok beton dan beban yang dipikul oleh pelat dan balok di atasnya. Ketebalan pelat lantai yang akan dicor adalah 12 cm. Sementara beban untuk rumah tinggal sederhana berkisar 200—250 kg/m².

Contoh pemakaian besi beton untuk luasan 1 m² dengan ketebalan pelat 12 cm adalah sebagai berikut.

- ❖ Penggunaan beton cor adalah 1 m x 1 m x 0,12 m = 0,12 m³.
- ❖ Pemakaian besi berdiameter 8 mm setiap jarak 20 cm dan pembesian rangkap atas bawah.

Kebutuhan besi adalah 1 m : 20 cm = 5 buah. Oleh karena dibuat dua lapis di bagian atas dan dua lapis di bagian bawah maka kebutuhan besi beton adalah 4 x 5 buah = 20 buah atau 20 m panjang besi beton standar SNI yaitu 12 m. Artinya, untuk setiap 1 m² pelat beton diperlukan besi sebanyak 1,67 batang.



Pembesian pelat lantai

2. Ukuran diameter besi di Indonesia

Besi yang dijual di toko material semuanya disebut "besi banci". Konsumen yang membeli besi berdiameter 8 mm di toko bangunan akan diberi besi dengan diameter 6 mm. Kecuali, jika membeli besi ukuran penuh (*full*) akan diberi besi berdiameter 7 mm. Harganya pun tentu lebih mahal. Jika membeli besi standar KS (krakatau steel) harus sabar menunggu. Ini disebabkan, toko tidak menyediakan besi jenis ini. Lagi pula besi KS harganya mahal. Hal ini disebabkan besi beton jenis KS digunakan untuk proyek-proyek besar atau rumah mewah yang memiliki perjanjian kerja, sehingga penggunaan besi *full* diperbolehkan.

Selain "besi banci" dan besi *full*, juga terdapat dua jenis besi beton. Pertama, besi beton polos yang dalam istilah teknik disebut besi BJTP (baja tulangan polos) atau *plain bar*.

Dalam bidang gambar, kode besi disimbolkan dengan "Ø" yang



berarti diameter besi. Misalnya, besi beton dengan diameter 10 mm akan ditulis "Ø10". Jika terdapat kode BJTP-24 pada sebuah gambar berarti besi tersebut rata-rata mempunyai mutu baja mendekati angka 2,4 ton. Artinya, bila kedua ujungnya dijepit dan ditarik sampai pada kekuatan hampir 2,4 ton akan putus menjadi dua bagian.

Selanjutnya, ada besi yang dikenal oleh banyak masyarakat besi ulir. Penulisan kodenya dengan huruf "D". Dalam sebuah gambar, besi ulir berdiameter 16 mm akan ditulis dengan kode "D16". Di dunia konstruksi, besi ulir dikenal dan banyak dipakai karena mempunyai batas tegangan yang tinggi, yaitu mendekati 4 ton. Pengujiannya ama dengan sistem pengujian besi beton polos, dijepit di kedua ujungnya, lalu ditarik dan akan putus pada angka mendekati 4 ton. Apabila mendesain balok atau kolom beton memakai besi jenis ini, hasil dimensinya akan besar. Berbeda bila mendesain dengan besi ulir, hasil dimensi balok atau kolomnya akan lebih ramping.

Di dalam buku ini disajikan dua macam besi, ada yang polos dengan kode "Ø" dan ada yang menggunakan besi ulir (D). Pertimbangan penggunaan besi ulir adalah agar ukuran balok atau kolom lebih kecil dan efektif sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi efisien.

Namun, harga besi ulir di toko bangunan termasuk tinggi, yaitu lebih mahal 50% dari harga besi polos. Padahal di tingkat kontraktor, besar perbedaan harga sangat kecil (sebesar 1%). Mungkin ini disebabkan pembeliannya dalam jumlah besar (ratusan ton). Pada buku ini, konstruksi pembesiannya menggunakan besi polos karena mudah didapat.

3. Trik pembesian pelat beton konvensional untuk meningkatkan rumah

Walaupun menghabiskan dana dan waktu yang banyak, tidak menutup kemungkinan ada pemilik rumah yang tetap memakai beton sistem konvensional dalam meningkatkan rumah. Tujuannya mungkin karena ingin merasa lebih aman dan nyaman.

Di dalam buku ini disajikan sistem pembesian yang dapat mereduksi pemakaian besi beton dan tetap dalam koridor aman untuk dihuni. Seperti telah disinggung bahwa pemakaian besi beton pelat cor konvensional memakan biaya besar, terutama harga besi yang makin tinggi. Sistem pembesian yang disajikan tersebut banyak didesain oleh penulis dan banyak dipakai untuk rumah bertingkat. Sampai sejauh ini belum ada laporan kerusakan dalam pemakaian atau dalam keadaan

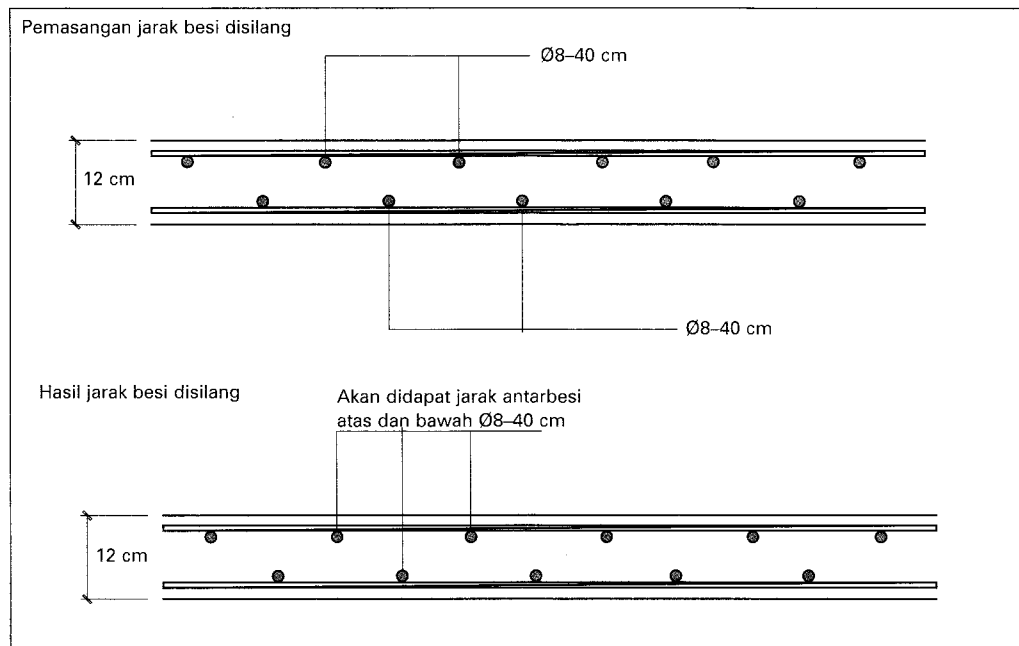
pascagempa. Umumnya, jika terjadi gempa, keruntuhan dimulai dari kolom, lalu balok yang dibarengi oleh pelat yang terbawa balok. Pelat hanya berfungsi menerima beban secara merata dan beban disalurkan ke balok, lalu ke kolom dan terus ke pondasi dengan cara sebagai berikut.

- 1) Menyilangkan pengaturan jarak besi bagian atas dengan bawah.
- 2) Memasang balok di dalam pelat pada tengah bentangan di bagian tengah bentangan panjang.

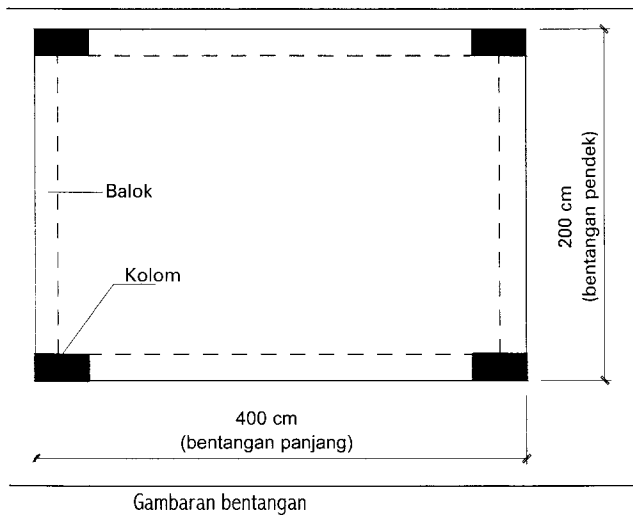
Tujuan pemasangan balok di dalam pelat (balok tidak akan terlihat karena

rata dengan ketebalan pelat) untuk menghilangkan faktor "lendutan" yang akan timbul dalam pemakaian. Jika digunakan untuk rumah tinggal, tidak akan berpengaruh, kecuali dipakai untuk perkantoran, ruang pendidikan, dan gudang yang pelatnya berukuran lebih panjang. Jika ini terjadi, harus dilakukan perbaikan untuk perkuatan sistem konstruksi pelatnya.

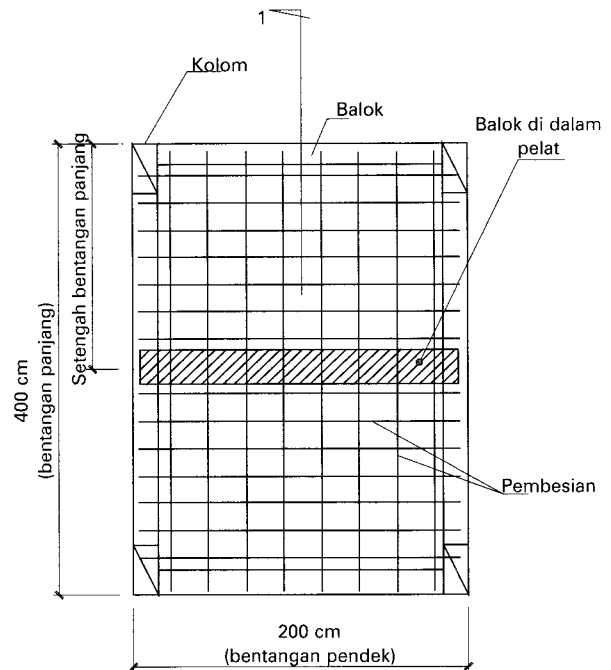
Sebelum masuk ke dalam sistem pembesian, terlebih dahulu dijelaskan tentang pengertian "bentangan". Di dalam istilah teknik bangunan, bentangan adalah jarak bebas tanpa ada penahan di antara bentangan yang



Pembesian penyilangan ukuran atas dan bawah



Gambaran bentangan

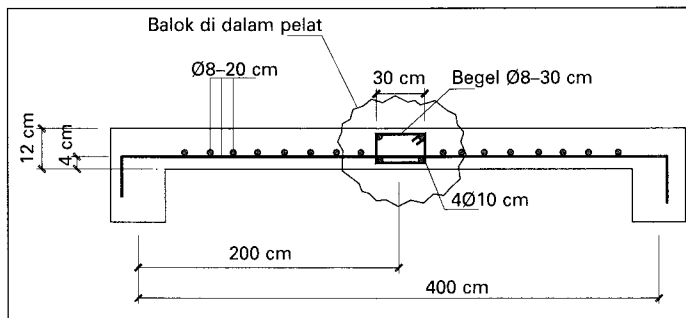


dimaksud. Bentangan yang dikehendaki adalah jarak bebas antara balok ke balok atau kolom ke kolom. Bentangan ada dua macam dan selalu bersamaan terjadi dan tidak mungkin terpisahkan, yaitu bentang pendek dan bentang panjang. Bentang pendek adalah bentangan yang ada serta mempunyai jarak ukuran yang lebih kecil dari bentangan lawannya.

Pada bagian kedua, pemasangan balok di dalam pelat yang memakai ketentuan tersendiri, yaitu pemasangan besi hanya

ada di lapisan bawah saja dengan jarak dari papan bekesting $\frac{1}{3}$ dari ketebalan pelat. Di bagian tengah pada bentangan panjang diberi balok di dalam pelat. Tujuannya, selain untuk menghemat pemakaian besi juga difungsikan untuk antilendut. Seperti diketahui bahwa lendutan akan selalu terjadi

pada bagian tengah sehingga balok di dalam pelat ini digunakan untuk itu.



Potongan 1

B. Meningkatkan Rumah Sistem Pelat *Bondeck*

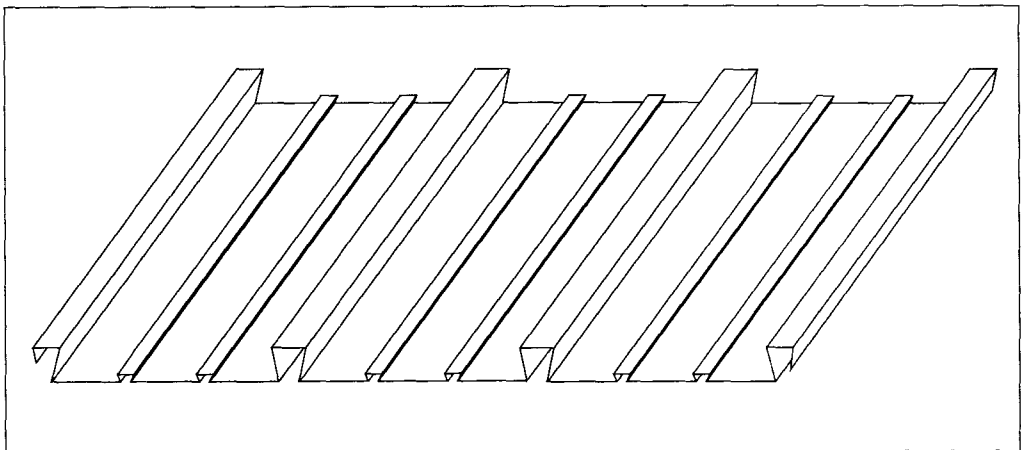
Pelat *bondeck* banyak dimanfaatkan untuk renovasi bangunan ruko, pabrik, mushola, dan masjid menjadi dua lantai hingga lebih. Pelat *bondeck* berbentuk gelombang. Bahannya terbuat dari besi baja dengan ketebalan 0,75—1,2 mm. Panjang pelat mencapai 12 m dan lebar 1 m. Pemasangannya langsung "digelar" di atas balok beton atau balok baja IWF. Di atas pelat *bondeck* dipasang besi beton dua baris di bagian bawahnya, sedangkan bagian atas tidak (lihat gambar di hal. 39).

Pemasangan pelat *bondeck* yang menempel di balok baja harus dibuatkan besi penghubung (*shear connector*). *Shear connector* ini berfungsi

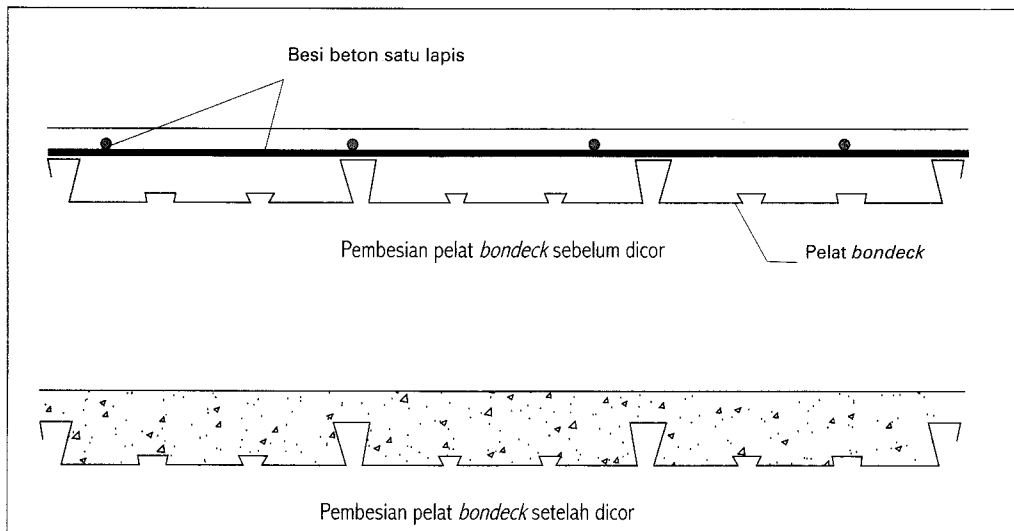
untuk menyatukan dua benda yang berbeda karakteristik. *Shear connector* berdiameter 10 mm atau 12 mm dan dipasang dengan jarak 20—30 cm.

Pelat *bondeck* jarang dipakai untuk rumah tinggal bertingkat karena secara estetika kurang bagus dan harganya pun mahal. Aplikasinya banyak digunakan pada masjid, pabrik, dan kantor. Namun, karena waktu pemasangannya relatif cepat, sistem ini juga layak diterapkan untuk membangun rumah bertingkat.

Kelebihan sistem ini adalah tidak menggunakan bekisting dalam pengerjaannya, sedangkan kelemahannya adalah biayanya cenderung tinggi dan kurang estetik jika diberi plafon pada bagian bawahnya.



Pelat *bondeck*

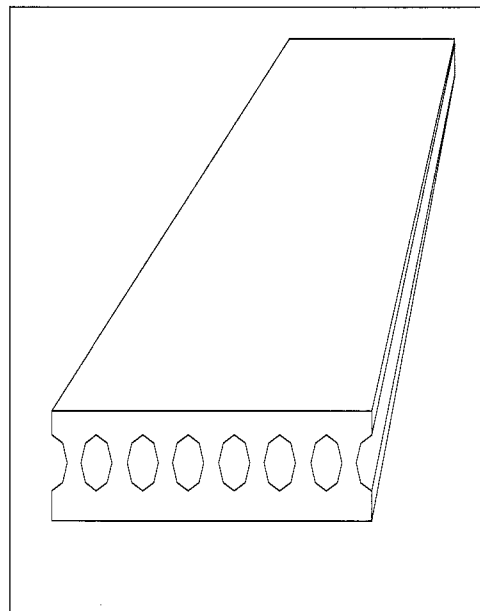


C. Meningkatkan Rumah Sistem *Spanbeton Deck*

Spanbeton deck dikenal oleh para tukang dengan sebutan "pelat beton botol". Disebut demikian karena bentuknya yang berlubang-lubang, sehingga disebut beton botol. Pelat sistem ini juga termasuk bahan yang kurang populer di masyarakat pada umumnya.

Bahan ini cocok untuk berbagai tipe rumah, asalkan lokasi rumah yang akan ditingkat harus bisa dimasuki kendaraan (*mini crane*) untuk memindahkan pelat ke atas lantai. Perlu diketahui bahwa pelat beton botol ini panjangnya mencapai 6 m dan lebar mencapai 1 m. Dapat dibayangkan berapa berat dan besarnya sehingga tidak mudah diangkat oleh tenaga manusia. Bahan ini lebih cocok

untuk bangunan kantor bertingkat atau ruko (rumah toko) yang lokasinya bisa dimasuki oleh kendaraan *crane*.

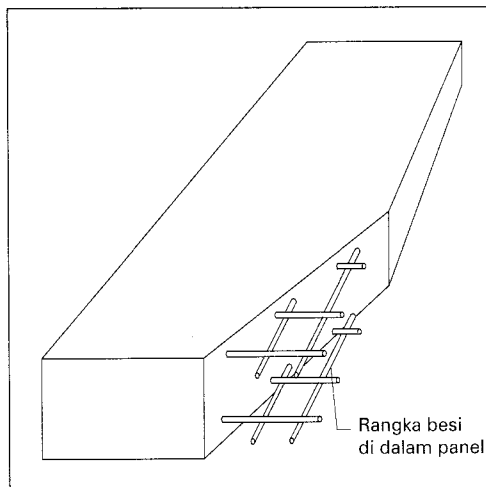


Pelat *spanbeton deck*

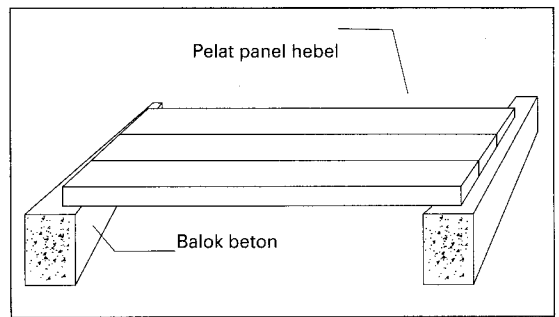
D. Meningkatkan Rumah Sistem Pelat Panel Hebel

Meningkat rumah menggunakan sistem pelat panel hebel merupakan hal baru dan belum memasyarakat. Pelat panel hebel mempunyai ukuran tebal 125 mm, 150 mm, 175 mm, dan 200 mm. Lebar standarnya adalah 600 mm, sedangkan panjangnya 6.000 mm atau 6 m. Sistem ini cocok untuk berbagai tipe rumah.

Pelat panel hebel mempunyai rangka besi struktur dua lapis di dalamnya. Bahannya ringan sehingga mudah untuk pemasangannya. Bahan ini terbuat dari pasir silika, sama dengan bahan bata hebel. Penopang dari pelat panel hebel tetap dibutuhkan berupa balok beton cor lengkap dengan pembedaan.



Penampang Pelat panel hebel



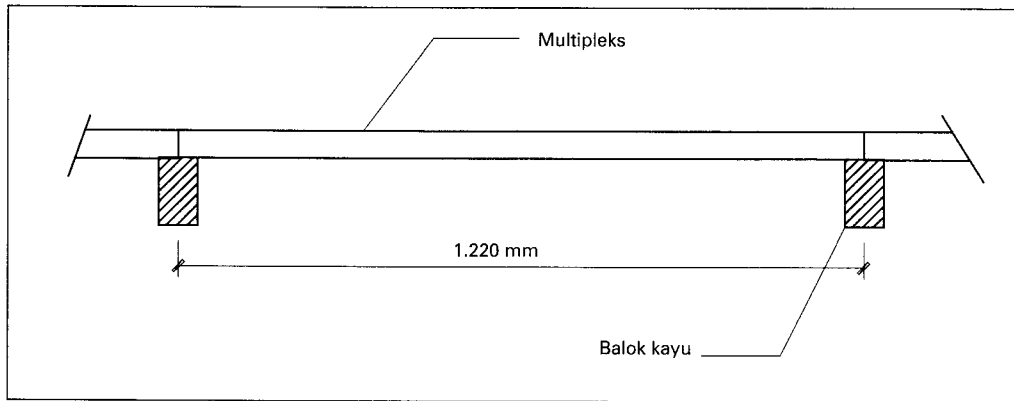
Konstruksi pelat panel hebel

E. Meningkatkan Rumah Sistem Kayu

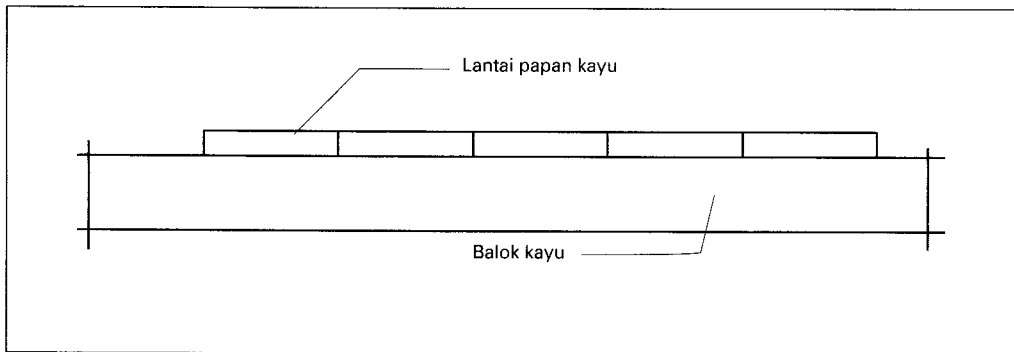
Jauh sebelum bahan cor beton digunakan, masyarakat memakai bahan kayu untuk meningkat rumah. Sampai sekarang masih ada yang menggunakan kayu sebagai lantai atas, misalnya *villa*, *resort*, dan rumah nuansa alam. Alasannya, ingin dipertahankan bentuk originalitas dan estetika arsitektur yang diinginkan. Setelah muncul bahan multipleks, kemudian lantai tingkat beralih ke bahan ini. Hal ini sudah dapat dimaklumi bahwa pemakaian bahan kayu banyak menanggung risiko seperti

- 1) membutuhkan perawatan secara berkala,
- 2) rawan terhadap serangan rayap atau ngengat pemakan kayu,
- 3) rawan kebakaran,
- 4) tidak tahan air atau kelembapan, dan
- 5) harga relatif lebih mahal.

Selanjutnya pemakaian bahan kayu untuk lantai tingkat perlahan-lahan mulai tergusur dan ditinggalkan akibatnya adanya risiko tersebut.



Konstruksi lantai tingkat memakai multipleks



Konstruksi lantai tingkat memakai papan

F. Meningkatkan Rumah Sistem Keraton

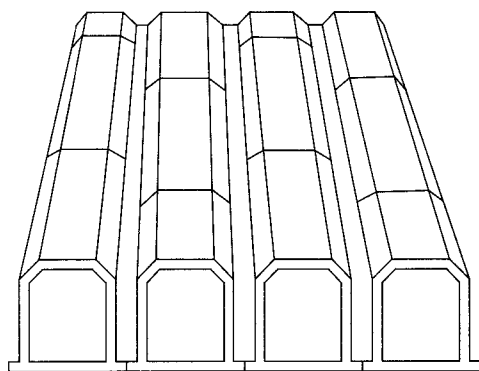
Alternatif lain untuk meningkatkan sebuah rumah yang awalnya satu lantai menjadi dua lantai adalah dengan memakai temuan-temuan teknologi bahan perumahan. Ada tiga temuan dalam meningkatkan rumah berdasarkan bahan penyusunnya, antara lain sebagai berikut.

- 1) Beton cor berongga atau pelat *pre-cast* yang penggunaannya hanya tinggal memesan bahan, lalu bahan distel di tempat dan ditutup dengan coran beton tipis di atasnya.
- 2) Pelat lantai berbahan pasir silika yang dicetak dalam bentuk lembaran dan diberi konstruksi di dalamnya.
- 3) Pelat lantai berbahan dasar tanah liat bakar yang ditemukan oleh para ilmuwan Eropa. Pengolahannya dengan pembakaran bersuhu

tinggi. Pelat rusuk yang menggunakan tanah liat bakar sebagai bahan pengisi. Secara keseluruhan, pelat ini tidak kalah dibandingkan dengan cor beton, bahkan mempunyai daya dukung yang lebih tinggi. Di Eropa, teknologi ini telah lahir sejak 100 tahun yang lalu dan berkembang luas sampai ke Timur Tengah. Di antara negara-negara penganut teknik beton, hanya Inggris saja yang mencantumkan keberadaan pelat rusuk (*ribbed floor construction*) secara sumair saja. Akibatnya, perkembangan teknologi ini di negara-negara *common wealth* kurang, bahkan tidak berkembang

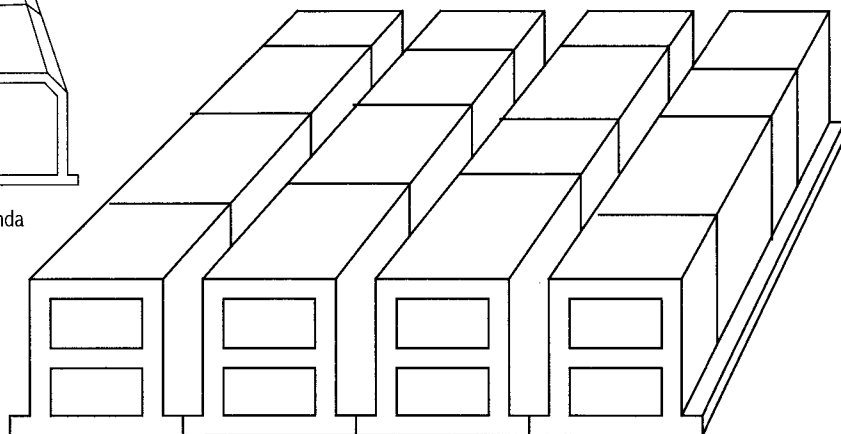
sama sekali di Australia, Malaysia, Indonesia, dan lain-lain. Bahkan di seluruh Asia, teknologi ini belum dikenal sama sekali. Model pelat rusuk yang berkembang di negara Jerman, Belanda, dan Euro-Latin sampai ke Timur-Tengah berbentuk T, U, C, atau I. Bahan ini sudah banyak dibuat di luar negeri dengan nama yang berbeda beda, seperti pada gambar di bawah ini.

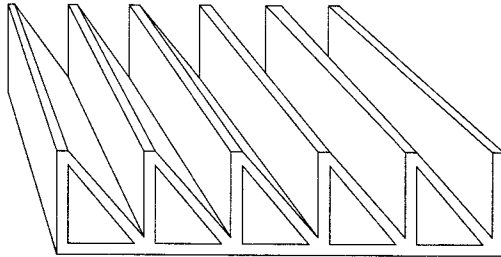
Berdasarkan temuan-temuan di atas muncullah teknologi baru yang disebut pelat rusuk. Bahan dasar utama pembuatannya adalah tanah liat yang dibakar. Dalam struktur pelat rusuk, bahan pengisi rusuk berperan penting



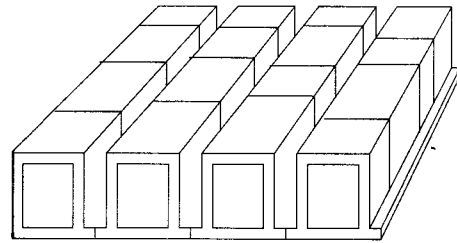
Pelat rusuk model *neboho ideaal vloer* dari Belanda

Pelat rusuk model *bendor vloer* dari Belanda

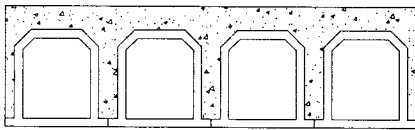




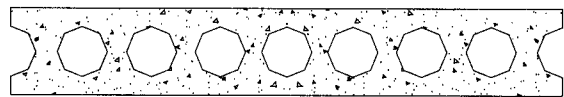
Pelat rusuk model *akerman decke* dari Jerman



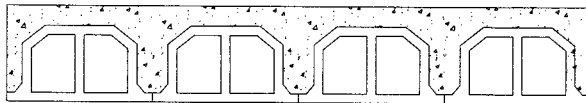
Pelat rusuk model *steno vloer* dari Belanda



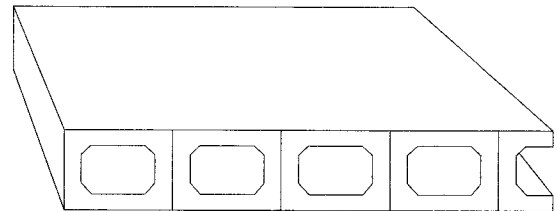
Pelat rusuk model *neboho bekestingvloer* dari Belanda



Pelat rusuk model *ribben plaat vloeren*



Pelat rusuk model *arkel block vloer*



Pelat rusuk model *honlstein decke* dari Jerman

terhadap mutu K-175, K-225, K-300. Bahan pengisi dipilih yang bersifat unggul, seperti kekakuan yang tinggi dan kemampuan daya tekan yang menyamai kekuatan beton.

Keraton adalah sebagian dari sistem bahan untuk lantai rumah bertingkat. Semua tipe rumah dapat menggunakan sistem ini. Masyarakat sudah mulai banyak memakai bahan ini sebagai alternatif untuk meningkat rumah. Memakai bahan ini dapat menghemat

biaya pembangunan yang cukup signifikan. Bahan ini kualitasnya sama dengan bahan cor beton konvensional.

Selain mudah pengerjaannya, bahannya pun tersedia di toko bahan bangunan. Saat ini sudah banyak tukang yang bisa memasang sendiri. Sementara untuk pelat lantai jenis lainnya, tidak dijual di pasaran. Konsumen harus menghubungi langsung produsen pembuat bahan tersebut sehingga produk ini pun kurang begitu dikenal masyarakat.

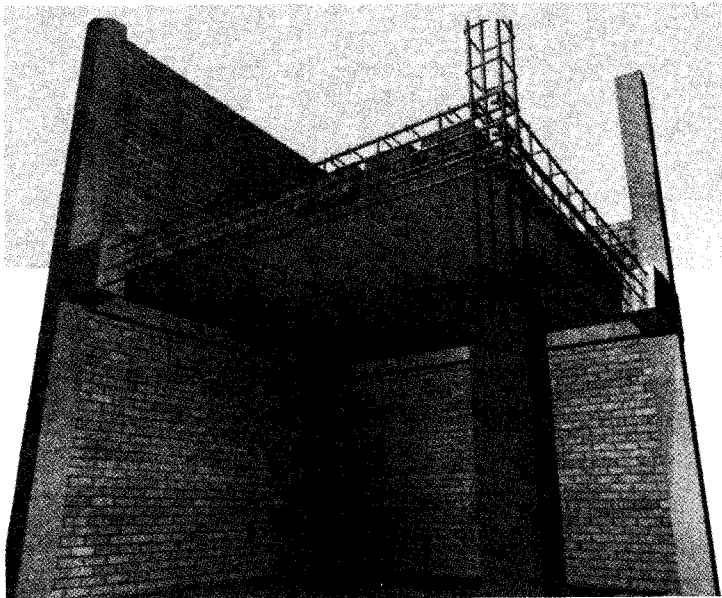
Penulis mencoba memberikan ide-ide yang murah dan mudah bagi peminat rumah tingkat. Berpijak dari pemikiran tersebut, kecenderungan pemakaian bahan lantai untuk rumah tingkat menggunakan bahan ini (keraton). Sistem ini akan mengurangi jumlah besi yang dipakai serta memperkecil balok beton yang digunakan sebagai bahan penahan atau pengikat. Penghematan besi dan balok beton tentunya akan mampu menekan biaya pembangunan fisik perencanaan rumah bertingkat.

Pelat rusuk keraton diciptakan oleh Ing. Yudi Soedarjo dan telah mendapatkan hak paten serta hak

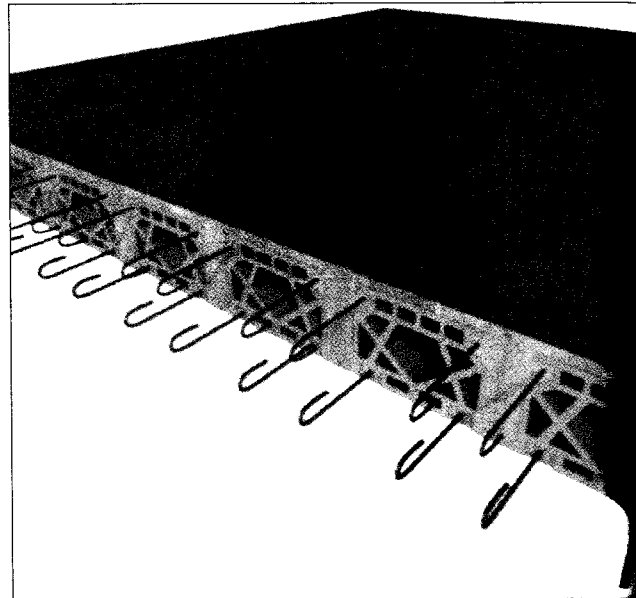
cipta no. 202817. Sistem ini telah diuji kekuatannya di laboratorium struktur PUSTEKIM, Bandung. Bahan uji yang dipakai adalah lebar 1 cm, panjang 4 cm. Adapun dari hasil uji lendutan didapatkan hasil $L_0/20$ — $L_0/25$ (L_0 = panjang bentangan) pada pembebanan mendekati 12 ton. Jika pembebanan tepat pada angka 6 ton, barulah benda uji mengalami keruntuhan.

Pelat rusuk keraton mempunyai daya dukung hingga 1 ton untuk setiap 1 m^2 . Penggunaan bahan keraton untuk konstruksi lantai rumah bertingkat sangat praktis dan mempunyai beberapa keuntungan antara lain sebagai berikut

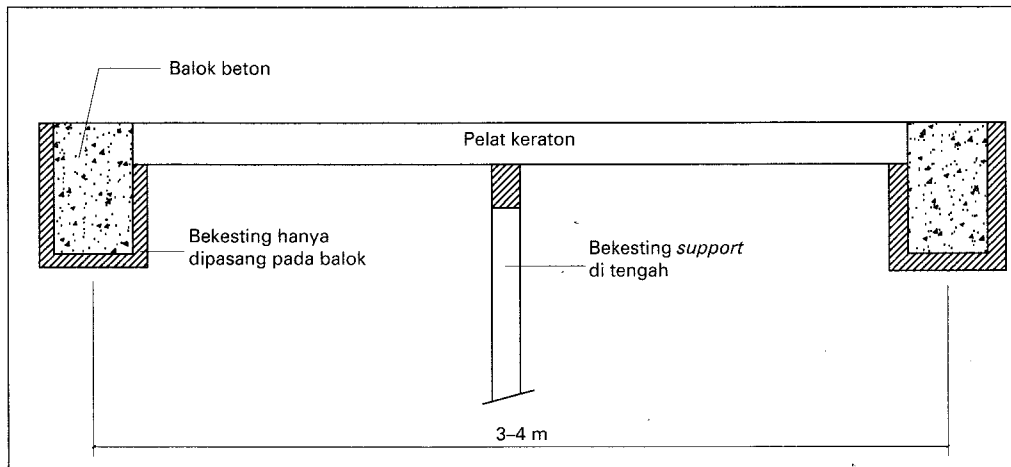
Sumber : Istimewa



Bangunan bertingkat memakai keraton



Pelat keraton dalam keadaan telah dicor

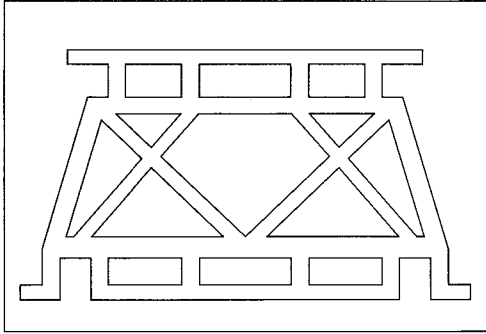


Pemasangan bekesting pada pelat keraton

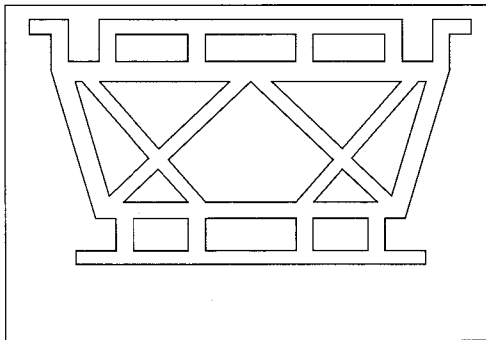
- 1) bahan keraton lebih murah daripada pelat lantai beton cor dengan kekuatan yang setara,
- 2) bahan keraton lebih ringan sehingga mengurangi beban bangunan secara keseluruhan (bobot mati antara 180 kg/m^2 — 225 kg/m^2),
- 3) bahan keraton ramah lingkungan,
- 4) pada saat pemasangan tidak butuh perancah (bekesting) kayu,
- 5) tidak perlu alat bantu untuk mengangkat ke atas, melainkan cukup dengan tenaga manusia,
- 6) keperluan besi beton sebagai pengikat sebanyak empat buah ($\varnothing 8 \text{ mm}$) untuk setiap "lonjoran" pelat keraton yang siap pasang,
- 7) tidak perlu besi *wiremesh* atau besi tambahan di atas pelat keraton untuk menghadapi penyusutan dan pemuaian beton,
- 8) diperlukan tiang penyangga untuk mencegah lendutan awal pemasangan pelat untuk bentangan 3—4 m,
- 9) material keraton mudah didapat di setiap toko bahan bangunan yang menjual genteng dan *paving blok*,
- 10) keraton berfungsi sebagai peredam suara dan panas,
- 11) permukaan atas keraton ditutup dengan cor beton setebal 2—3 cm, dan
- 12) keraton sebagai elemen estetik karena dapat diekspos untuk mendapat gaya interior yang natural.

Tahapan pemasangan pelat keraton adalah sebagai berikut.

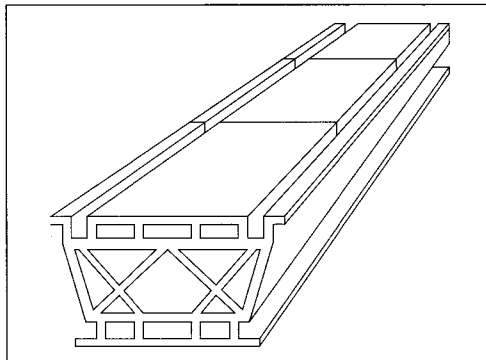
1) Siapkan bahan keraton.



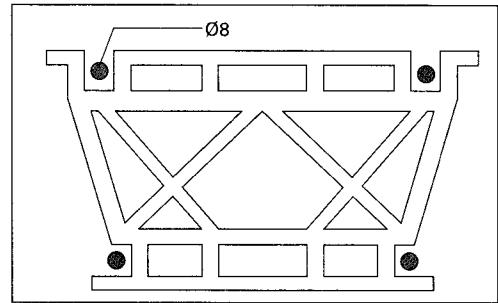
2) Balikan posisi keraton.



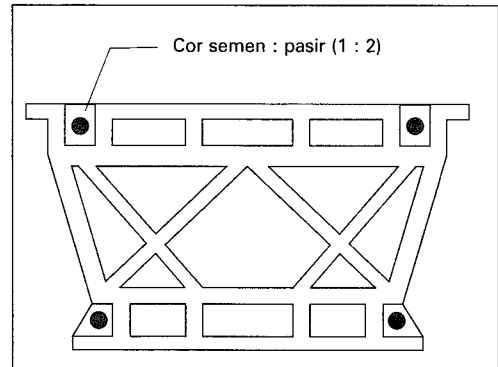
3) Sambung keraton satu dengan lainnya.



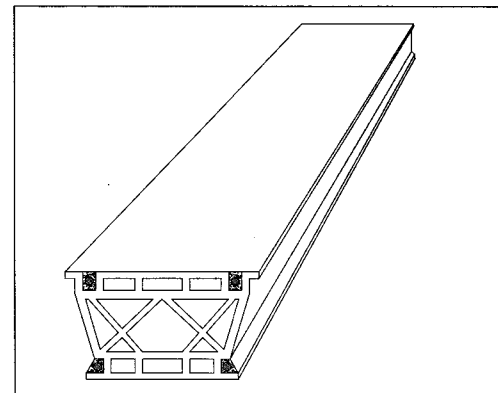
4) Isi celah terbuka dengan besi berdiameter 8 mm sesuai panjang yang dikehendaki.



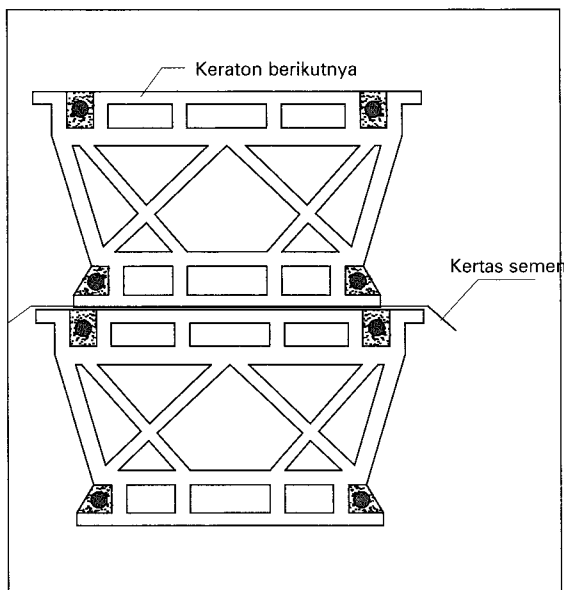
5) Isi celah dengan adukan semen-pasir.



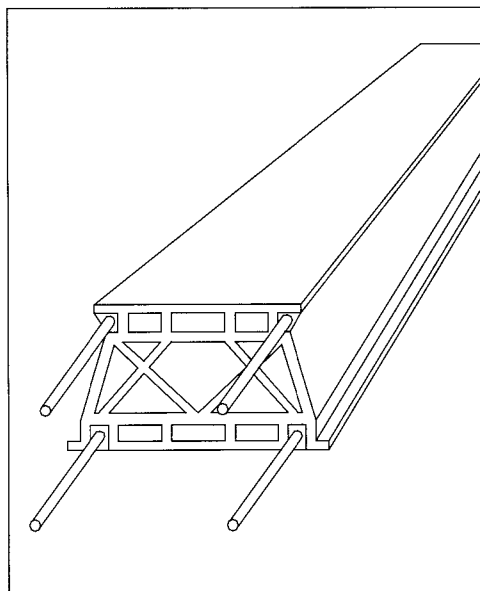
6) Lonjoran pelat keraton sudah jadi.



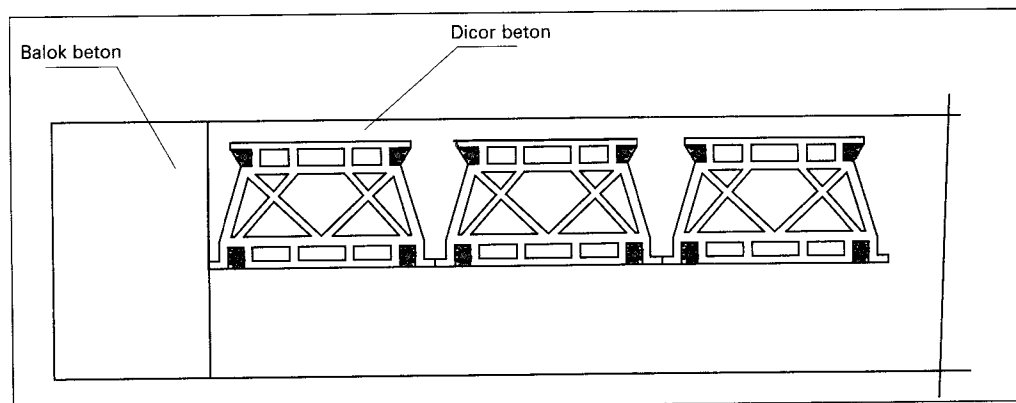
- 7) Biarkan tumpukan pelat keraton selama 3—5 hari agar pada celah yang terisi ikatan semen-pasir dan besi beton telah mengeras sempurna.



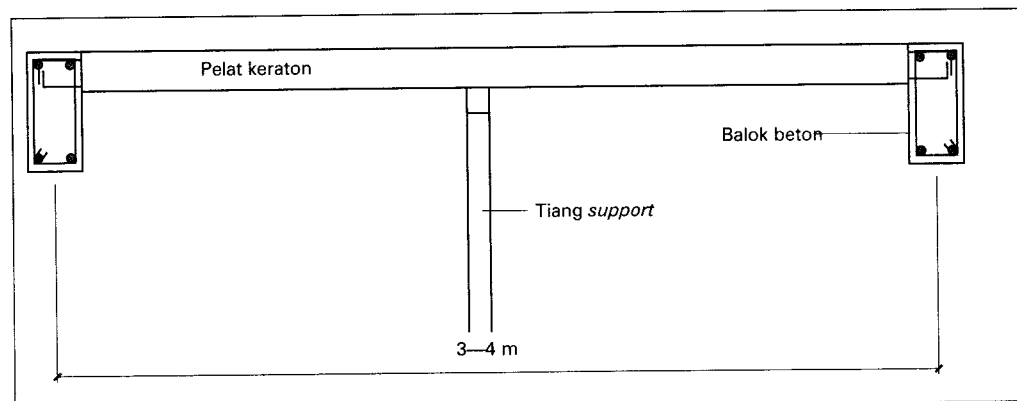
- 8) Beri kertas semen pada bagian atas, kemudian dibuat pasangan baru pada bagian atasnya juga.
- 9) Posisi pembuatan rangkaian adalah bagian atas lebih kecil daripada bagian bawahnya.
- 10) Pada saat memasang atau membawa ke atas posisi lonjoran keraton dibalik, bagian yang lebar ada di bawah dan yang kecil di atas.



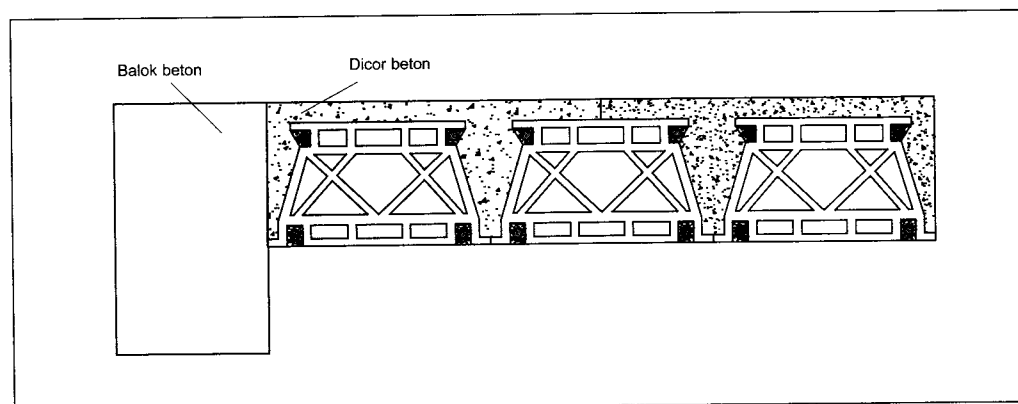
- 11) Pelat keraton sudah tersusun di atas balok beton dan siap dicor.
- 12) Pada bentangan 3—4 m diberi tiang tengahnya
- 13) Lonjoran berikutnya diletakkan berdempetan dengan posisi yang sama sehingga seluruh lantai tertutup oleh rangkaian pelat keraton.
- 14) Ujung-ujung besi keraton yang menjulur ke luar ditekuk, kemudian dimasukkan ke dalam rangkaian besi balok beton yang belum dicor.
- 15) Setelah semua selesai, pelat keraton dicor dengan coran beton.
- 16) Lanjutkan dengan pekerjaan pasangan dinding bata.



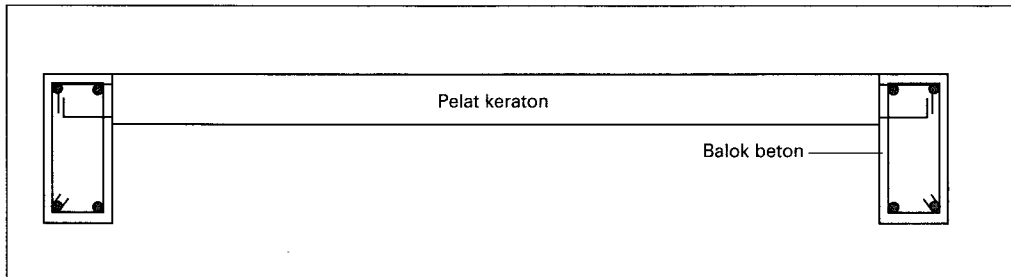
Pelat keraton sudah terpasang



Pada bentangan 3—4 m diberi tiang *support* di tengahnya



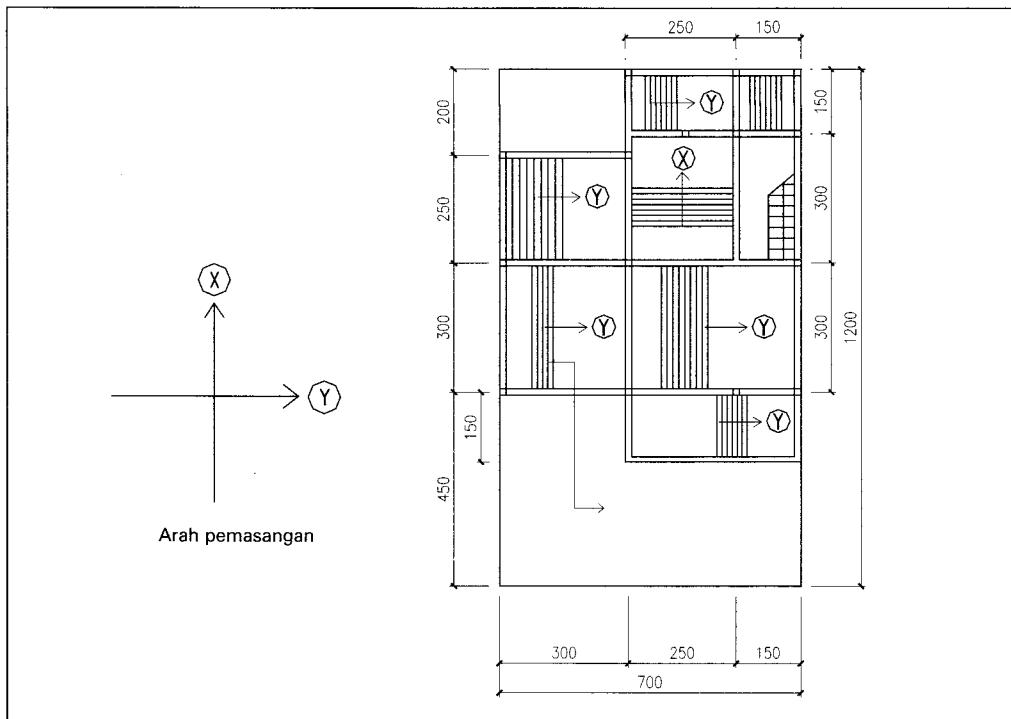
Pelat keraton yang sudah dicor



Pelat keraton dilihat dari sisi

Pemasangan pelat keraton di lantai atas tidak harus membongkar dinding bata, cukup dibuatkan balok beton yang baru untuk menahan dan mengikat pelat keraton. Pemasangan

lonjoran keraton yang telah jadi dan siap dipasang di atas diarahkan pada bentang pendek. Hal ini dilakukan agar daya dukung pelat keraton bertambah besar.



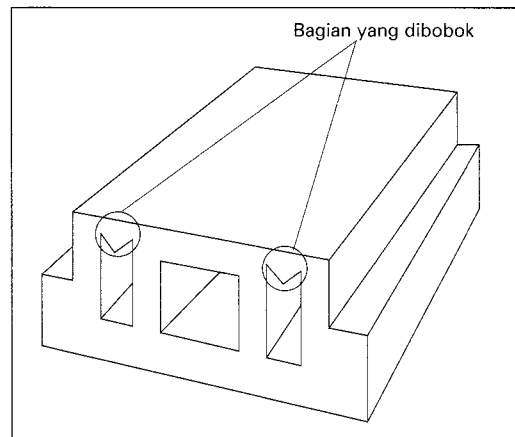
Pola penyusunan lonjoran keraton

G. Meningkatkan Rumah Sistem Baliton

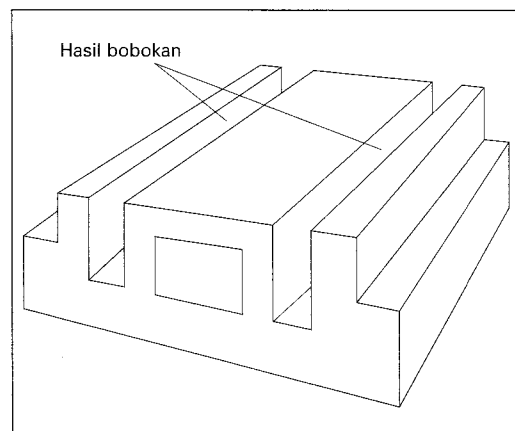
Baliton termasuk bagian dari beton ringan pracetak. Sistem ini dapat digunakan untuk meningkat berbagai tipe rumah. Bahan dari baliton 100% terbuat dari adonan bubur beton dengan perbandingan tertentu tanpa melalui proses pembakaran. Blok baliton dibuat dengan ukuran yang mudah diangkat oleh tenaga manual dan ukurannya hampir sama dengan ukuran keraton. Pemasangannya juga hampir sama, yaitu dirangkai atau distel di bawah (tanah), kemudian dibawa ke atas. Setelah kering, lalu diangkat ke atas dan dicor bersamaan dengan pengecoran balok beton. Keuntungan dari sistem ini antara lain sebagai berikut.

- 1) Baliton lebih murah dari pelat lantai beton cor dengan kekuatan yang setara.
- 2) Baliton lebih ringan sehingga mengurangi beban bangunan secara keseluruhan (bobot mati hingga 180 kg/m^2).
- 3) Baliton ramah lingkungan.
- 4) Besi untuk pengikat blok baliton hanya dua buah untuk setiap lonjoran baliton yang siap dipasang.
- 5) Pada saat pemasangan, tidak dibutuhkan perancah (bekesting) kayu.

- 6) Diperlukan tiang penyangga untuk mencegah lendutan pada awal pemasangan pelat untuk bentangan 3—4 m.
- 7) Tidak diperlukan alat bantu untuk mengangkat ke atas, cukup dengan tenaga manusia.
- 8) Diperlukan tambahan besi *wiremesh* atau tulangan tambahan di atas pelat



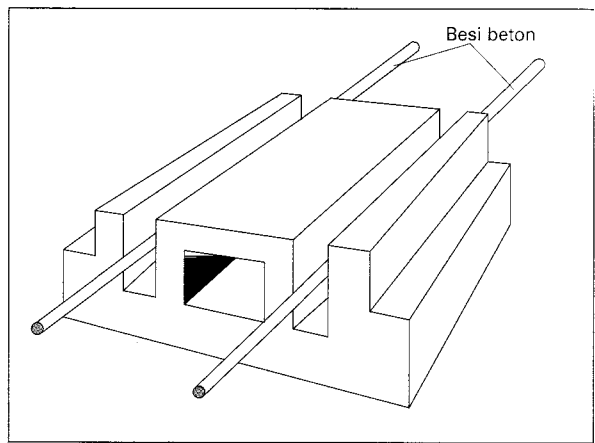
Bentuk modul baliton



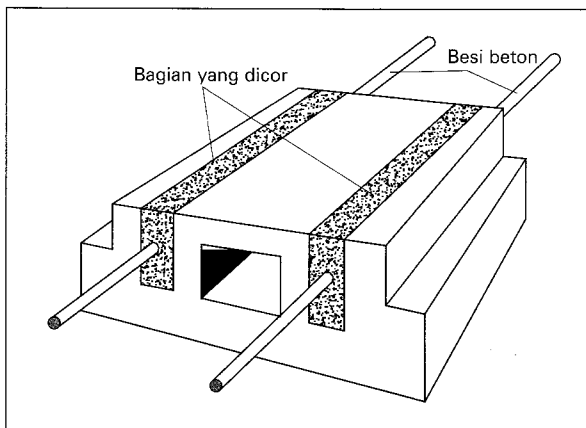
Celah dibobok untuk pemasangan besi (untuk besi $\varnothing 10$ — $\varnothing 12$)

baliton untuk mengatasi pemuaian dan penyusutan pelat beton sebelum dicor.

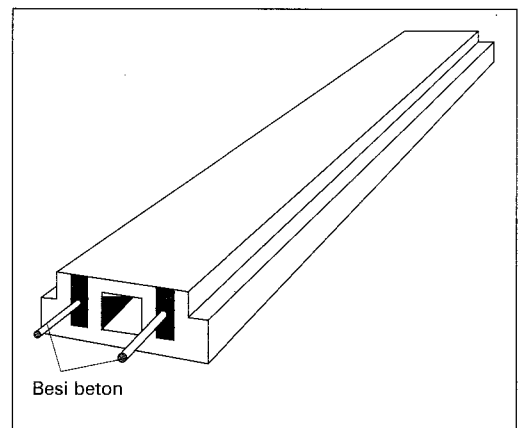
- 9) Berfungsi sebagai peredam suara dan panas.
- 10) Penutupan pelat baliton dilakukan dengan cor beton setebal 4—5 cm.
- 11) Bahan belum beredar di pasaran bebas sehingga untuk memakai material ini harus menghubungi produsennya.



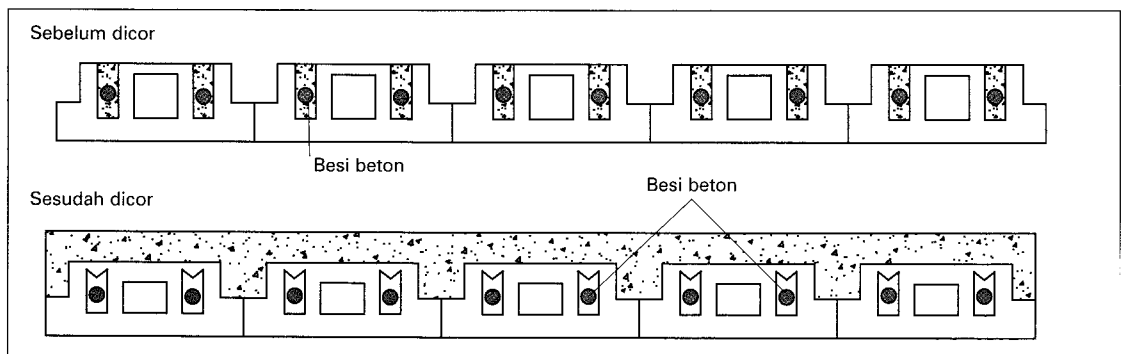
Celah yang telah dibobok diisi besi



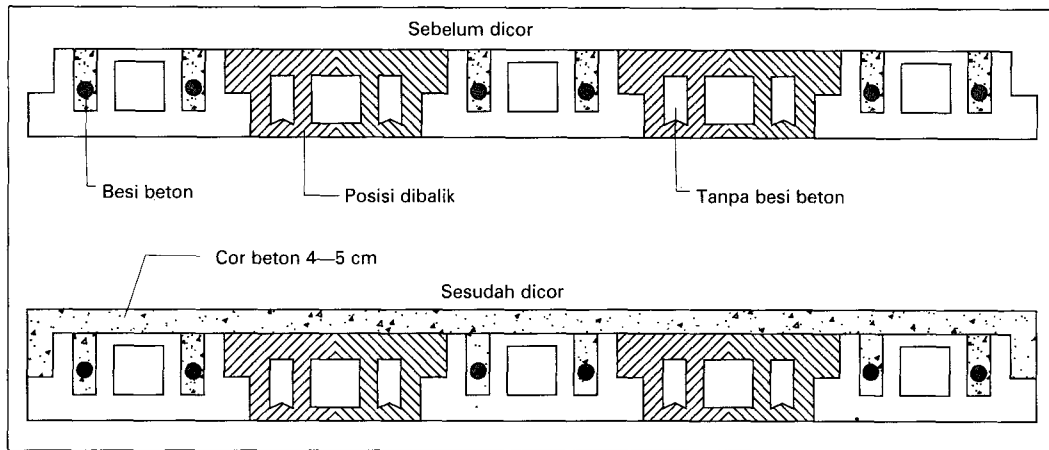
Celah yang telah diisi besi, lalu dicor (1:2:3)



Sebuah rangkaian/lonjoran baliton yang telah terpasang



Struktur modul baliton untuk bentangan 3—4 m



Struktur modul baliton untuk bentangan 2—2,5 m

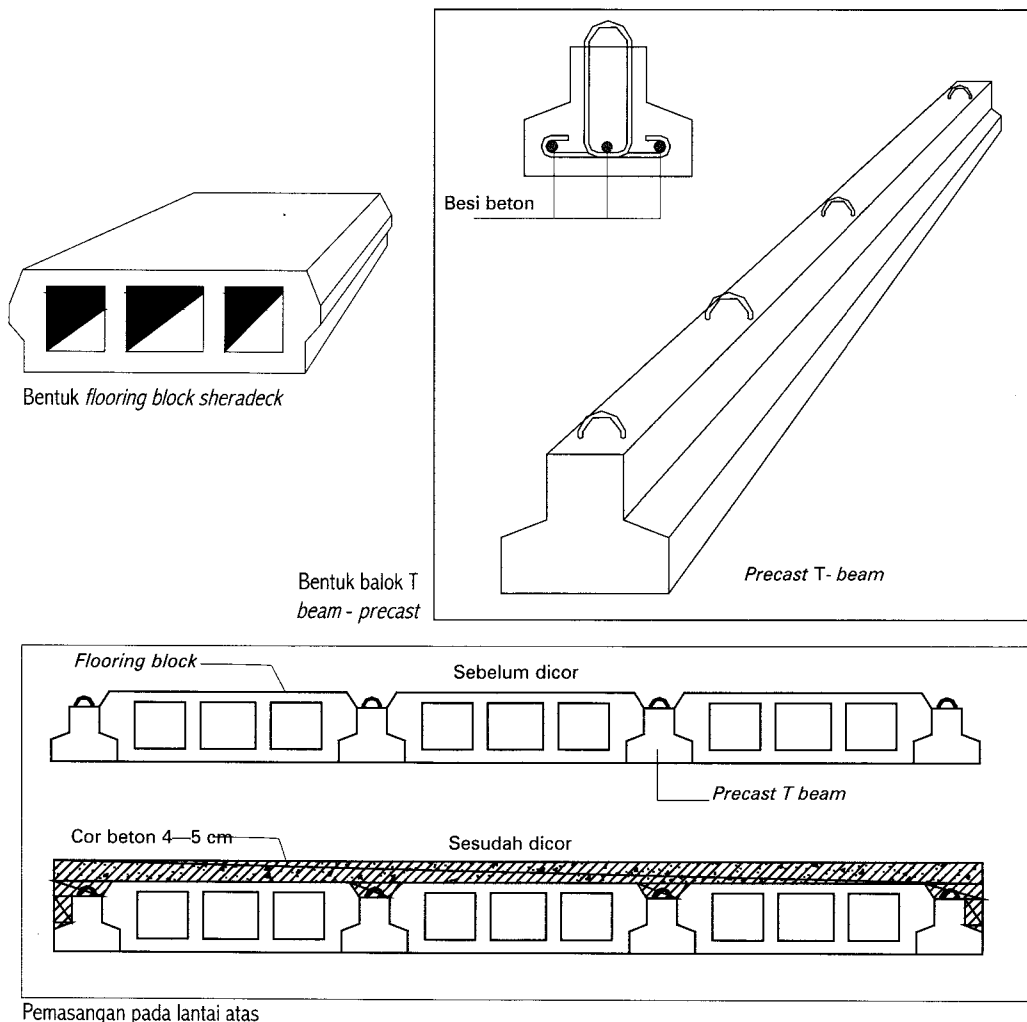
H. Meningkatkan Rumah Sistem *Sheradeck*

Sheradeck termasuk bagian dari beton ringan pracetak. Bahan dari *sheradeck* 100% memakai adonan beton. *Sheradeck* mempunyai dua macam modul, pertama modul *flooring block* yang merupakan pengganti pelat lantai beton dan yang kedua adalah *precast T beam*. *Precast T beam* adalah balok beton jadi berbentuk huruf "T" yang dipasang terbalik yang merupakan penerima perletakan *flooring block*. Pemasangan balok *precast T beam* berjarak 50—75 cm antarbalok. *Flooring block* mempunyai kuat tekan mencapai 400 kg/cm² (mutu beton K-400). Oleh karena balok "T" merupakan bahan yang telah jadi maka untuk pemasangannya diperlukan balok beton lengkap dengan pembe-

sian sesuai panjang yang dibutuhkan. Jika semua komponen struktur dan *flooring block* telah terpasang barulah dilakukan pengecoran secara keseluruhan. Memakai *sheradeck* untuk konstruksi lantai atas mempunyai beberapa keuntungan antara lain sebagai berikut.

- 1) *Sheradeck* lebih murah daripada pelat lantai beton cor dengan kekuatan yang setara.
- 2) *Sheradeck* ramah lingkungan dan dapat digunakan pada berbagai macam tipe rumah.
- 3) Pada saat pemasangan, tidak dibutuhkan perancah (bekesting) kayu.
- 4) Tidak diperlukan alat bantu untuk mengangkat ke atas, melainkan cukup dengan tenaga manusia.
- 5) Diperlukan besi *wiremesh* atau besi tambahan di atas pelat *Sheradeck*

- untuk menghadapi penyusutan dan pemuaian beton.
- 6) Diperlukan tiang penyangga untuk mencegah lendutan awal pemasangan pelat untuk bentangan 3—4 m.
 - 7) *Sheradeck* berfungsi sebagai peredam suara dan panas.
 - 8) Penutupan permukaan atas *shera-deck* dengan cor beton setebal 4—5 cm.
 - 9) Bahan ini belum beredar di pasaran bebas sehingga untuk memakai material ini harus menghubungi produsennya langsung.



I. Meningkatkan Rumah Sistem *Precast Concrete Slab*

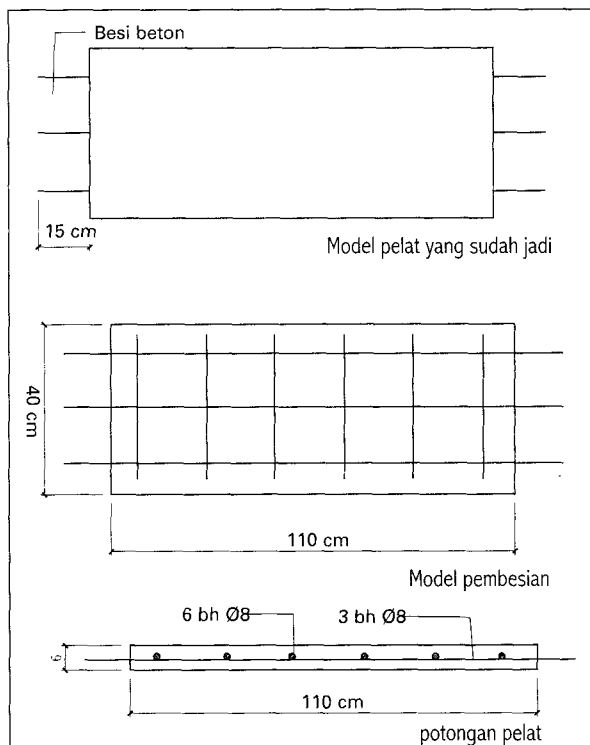
Precast Concrete Slab adalah pelat beton yang sudah jadi dan tinggal dipasang di atas (lantai dua). Sebagai contoh dari pelat model ini adalah pada pemasangan pelat beton untuk *fly over*. Setelah semua terpasang baru bagian akhir dicor dengan beton cor sebagai untuk penutup.

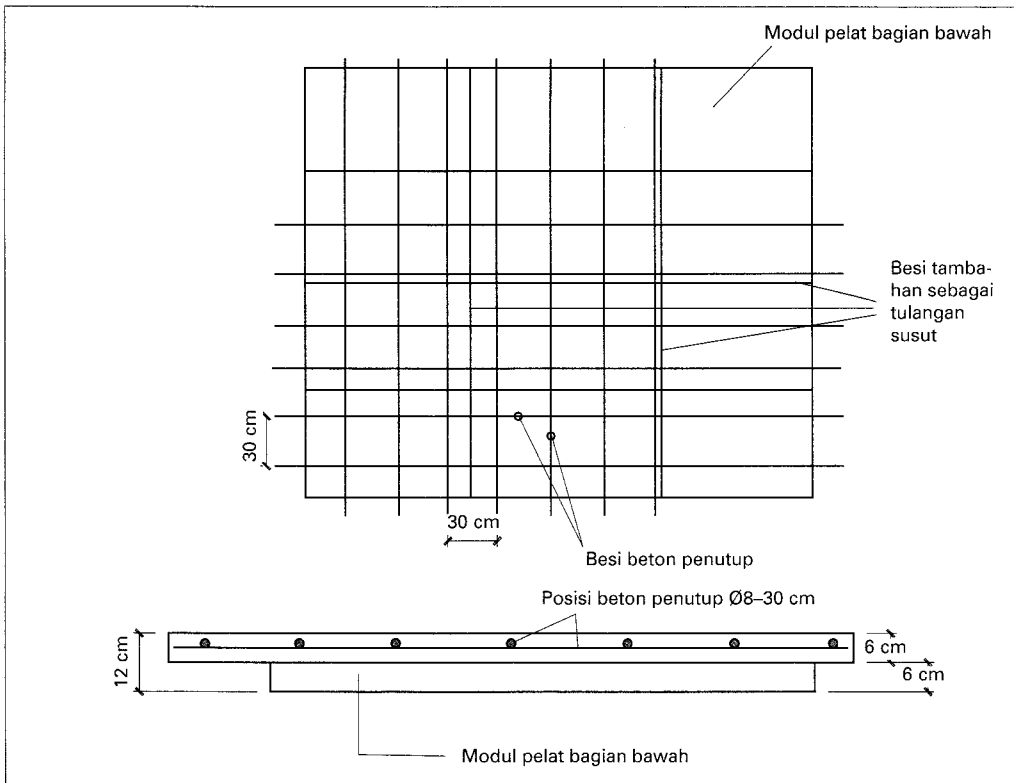
Pembuatan untuk bahan lantai tingkat sama dengan pembuatan jalan *fly over*. Semua pelat dicor di bawah lengkap dengan besi pelat dua arah

satu lapis. Tebal pelat yang dicor adalah 6 cm, permukaan atas agak dikasarkan, dan ukuran pelatnya 6 cm x 40 cm x 110 cm. Panjang pelat jangan melebihi 110 cm. Pengecoran dibuat sedemikian rupa dengan catatan kedua sisi yang akan diletakkan di atas balok beton dan besinya harus dilebihkan.

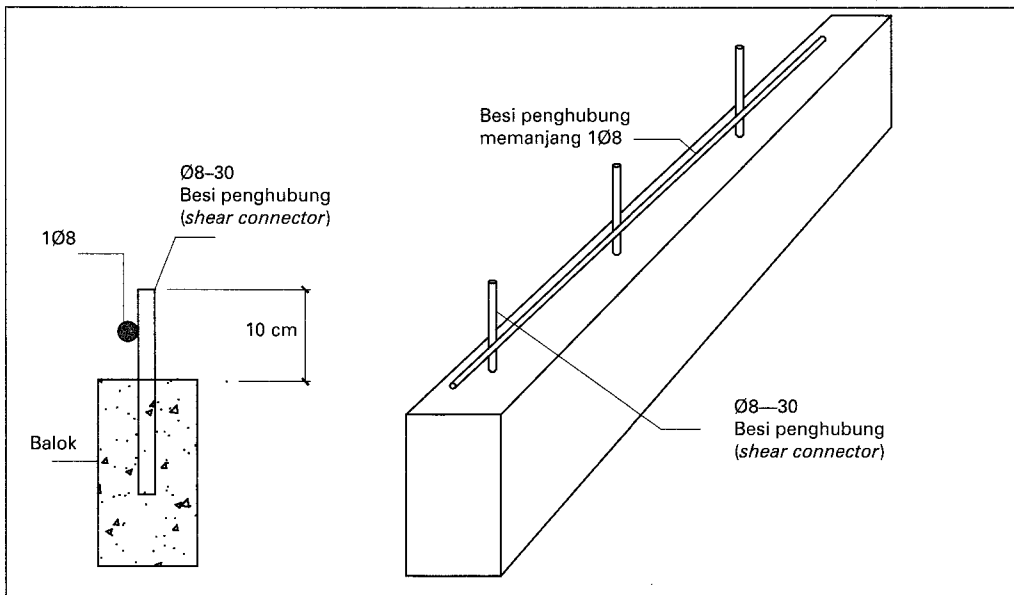
Pada saat balok beton sudah dicor, barulah pelat yang sudah jadi diangkat dan diletakkan di atas balok. Semua balok beton diberi *shear connector* untuk mengikat besi pelat yang menonjol tadi. Jarak antarbalok maksimal 120 cm. Setelah semua pelat terpasang, letakkan bagian atasnya dengan besi berdiameter 8 mm dua arah yang jarak antarbesinya sebesar 30 cm. Jika semua telah selesai, barulah dilakukan pengecoran ulang sebagai penutup pelat yang sudah terpasang dengan ketebalan pelat 6 cm.

Pembuatan dimensi pelat *precast* ada ketentuannya karena pengangkatan pelat siap pasang ini umumnya menggunakan tenaga manusia. Berat sebuah pelat *precast* harus dapat diangkat oleh dua pekerja. Selanjutnya pelat diletakkan pada balok kayu yang diposisikan miring, lalu ditarik ke atas. Berat beton untuk 1 m³ adalah 2.400 kg maka pembuatan pelat *precast* paling tidak ukurannya adalah 6 cm x 40 cm x 110 cm = 26.400 cm³ = 0,0264 m³. Dengan demikian diperoleh berat beton pelat

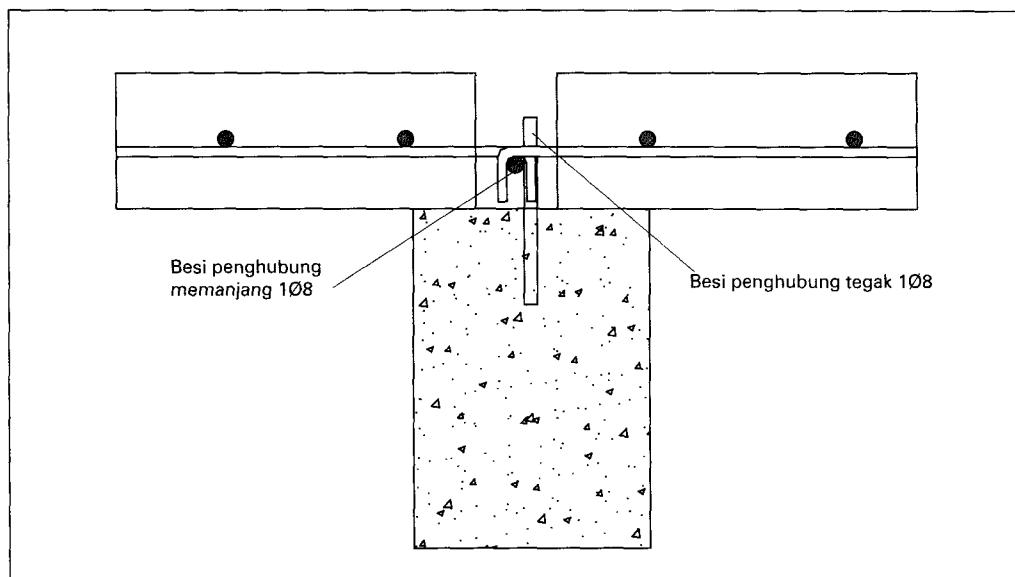




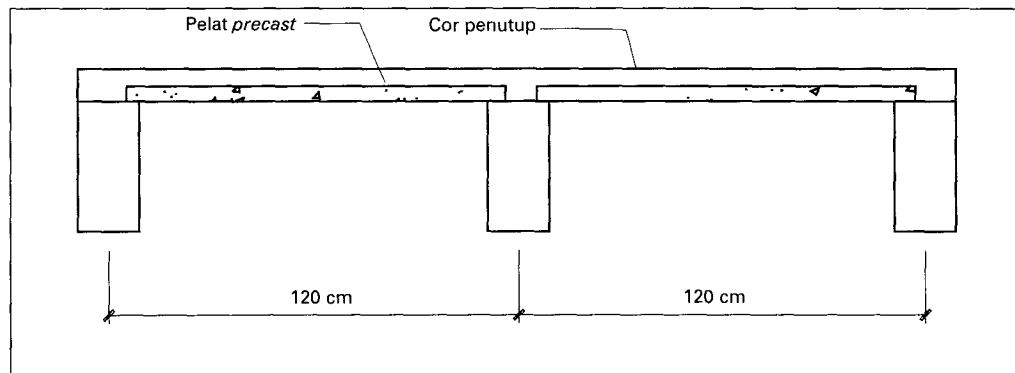
Penambahan besi pada bagian atas



Pemasangan besi penghubung pada balok beton



Pemasangan besi pelat dengan besi penghubung



Jarak balok penahan pelat

tersebut adalah $0,0264 \text{ m}^3 \times 2.400 \text{ kg} = 63,36 \text{ kg}$. Sebuah pelat *precast* ukuran $6 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 110 \text{ cm}$ adalah seberat $63,36 \text{ kg}$. Artinya, berat pelat tersebut

masih bisa diangkat oleh dua tenaga kerja. Dengan cara tersebut kita dapat menentukan sendiri berat ukuran yang diperlukan sebuah pelat *precast*.



BAB 4

MENINGKAT RUMAH PADA BERBAGAI TIPE RUMAH

A. Petunjuk Meningkatkan Rumah Bertingkat

Apabila rumah yang akan dibangun masih berupa tanah kosong, berarti pelaksanaan dimulai dari pondasi hingga atap berikut pekerjaan *finishing*-nya. Dalam buku ini disajikan renovasi pada rumah sudah dibangun, tetapi hanya memiliki satu lantai.

Merenovasi rumah satu lantai menjadi dua lantai dimulai dengan mengatur tata ruang yang sudah ada agar mampu beradaptasi dengan perubahan, terutama dengan lantai atas. Contohnya meningkat rumah tipe (RSS) dengan ukuran tanah 4 m x 15 m. Pada kasus rumah RSS dengan lebar tanah 4 m, perlakuan utamanya yaitu pada kolomnya. Kolom lama sudah

pasti tidak memenuhi syarat dan harus diganti dengan kolom baru seperti yang terdapat pada gambar struktur. Mengingat bentangan kolom adalah 4 m (memaksimalkan lebar tanah) maka memerlukan sebuah kolom yang benar-benar struktural. Tahap selanjutnya adalah meneruskan sistem konstruksi sehingga bangunan akan berdiri dengan baik.

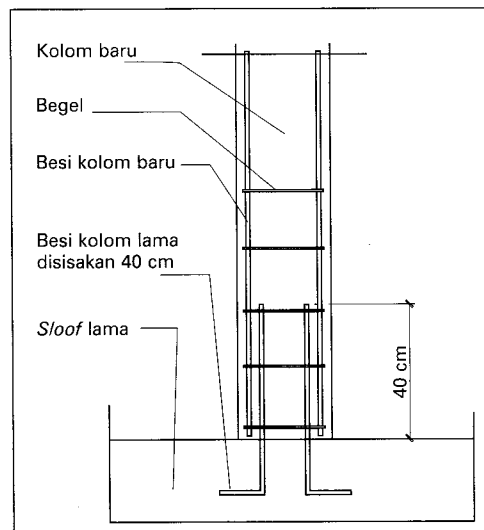
Ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan meningkat rumah, antara lain sebagai berikut.

- 1) Tinggi bangunan lantai atas adalah 3 m.
- 2) Jika pondasi atau kolom kurang kuat maka harus diganti atau diperbaiki.

- 3) Bahan untuk lantai atas tidak menggunakan pelat beton konvensional, bisa memakai pelat rusuk keraton, *sheradeck*, panel hebel atau baliton. Silahkan memilih sendiri bahannya. Semua sistem tersebut aman dipakai untuk bangunan tingkat.
- 4) *Sloof* (balok pondasi) tidak perlu diganti, hanya memerlukan perbaikan pondasi pada bagian kolomnya saja.
- 5) Pemasangan kolom baru yang posisinya tepat di atas kolom lama, pemotongan besi kolom lama harus menyisakan besi sepanjang 40 cm sebagai media penyambung besi kolom baru.
6. Panjang besi beton standar jenis *full* adalah 12 m. Disarankan jangan menggunakan besi *banci*, tetapi sedikit *banci* masih bisa dipakai. Misalnya, yang seharusnya besi Ø8 mm ternyata tersedia besi Ø7 mm masih aman untuk digunakan.
- 7) Ukuran besi yang dipakai adalah Ø6 mm, Ø8 mm, Ø10 mm, dan Ø12 mm.
- 8) Media cor yang dianjurkan adalah pasir putih dan batu split ukuran ± 2 cm. Gunakan air yang bersih dan jernih sehingga mutu beton akan mencapai mutu di atas K-200.



Besi kolom. Ukuran besi yang digunakan untuk kolom adalah Ø6 mm, Ø8 mm, Ø10 mm, dan Ø12 mm



Besi stek untuk penyambung besi kolom baru disisakan 40 cm dari besi kolom lama

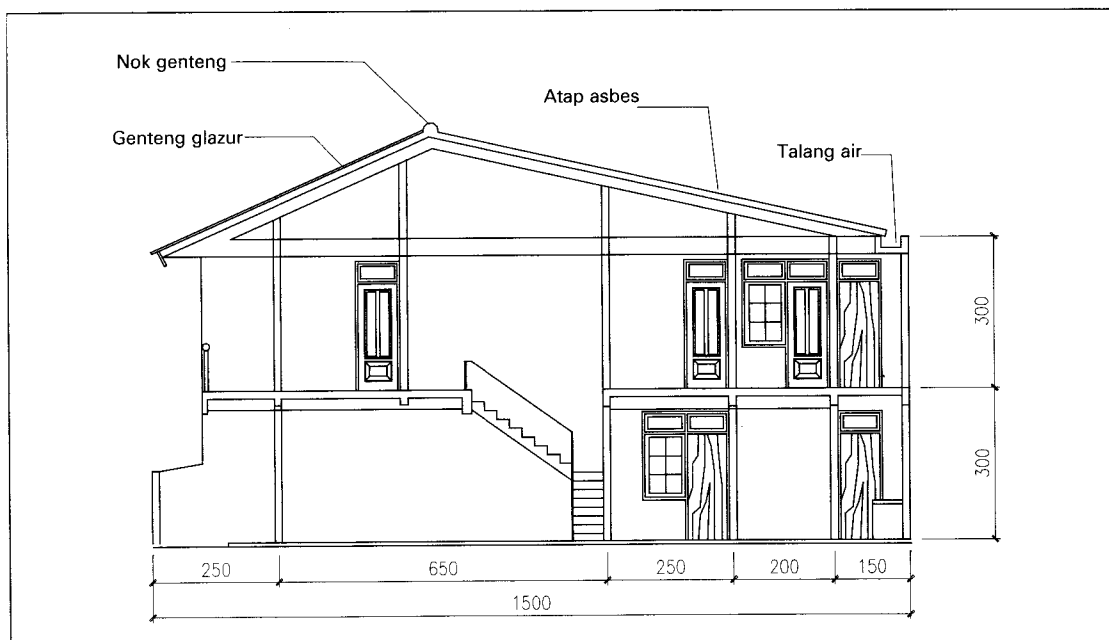
B. Meningkatkan Rumah Tipe Rss/60m (4 m x 15 m)

Untuk meningkat rumah tipe RSS/60 m memerlukan besi untuk struktur sebagai berikut.

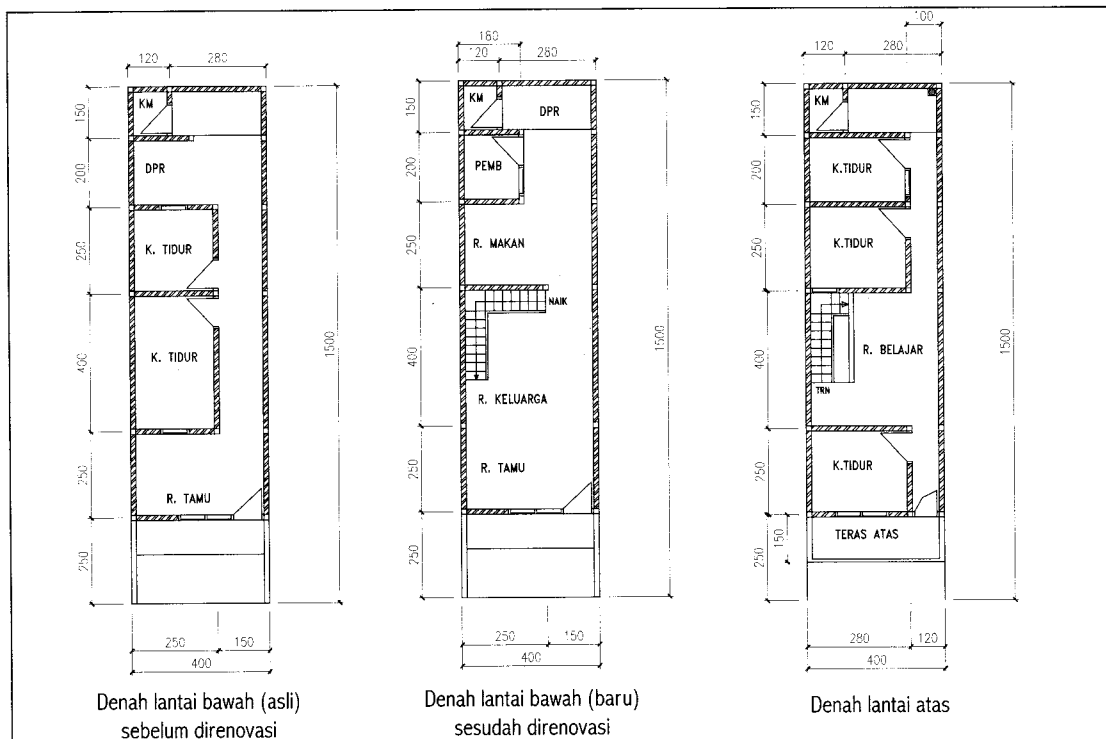
| No | Diameter besi (mm) | Kebutuhan (batang) | Faktor terbuang 5% | Jumlah (batang) | Kebutuhan final (batang) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 11,56 | 0,58 | 12,14 | 12 |
| 2 | 8 | 77,57 | 3,88 | 81,45 | 81 |
| 3 | 10 | 43,08 | 2,15 | 45,23 | 45 |
| 4 | 12 | 41,15 | 2,06 | 43,21 | 43 |

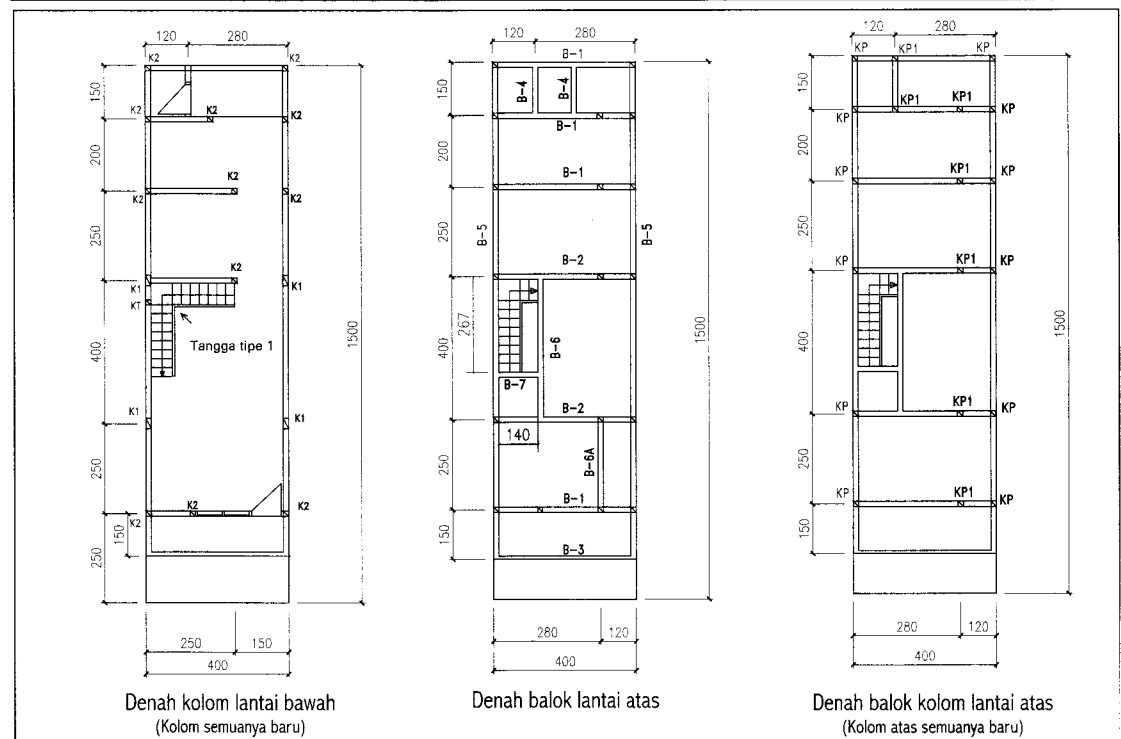
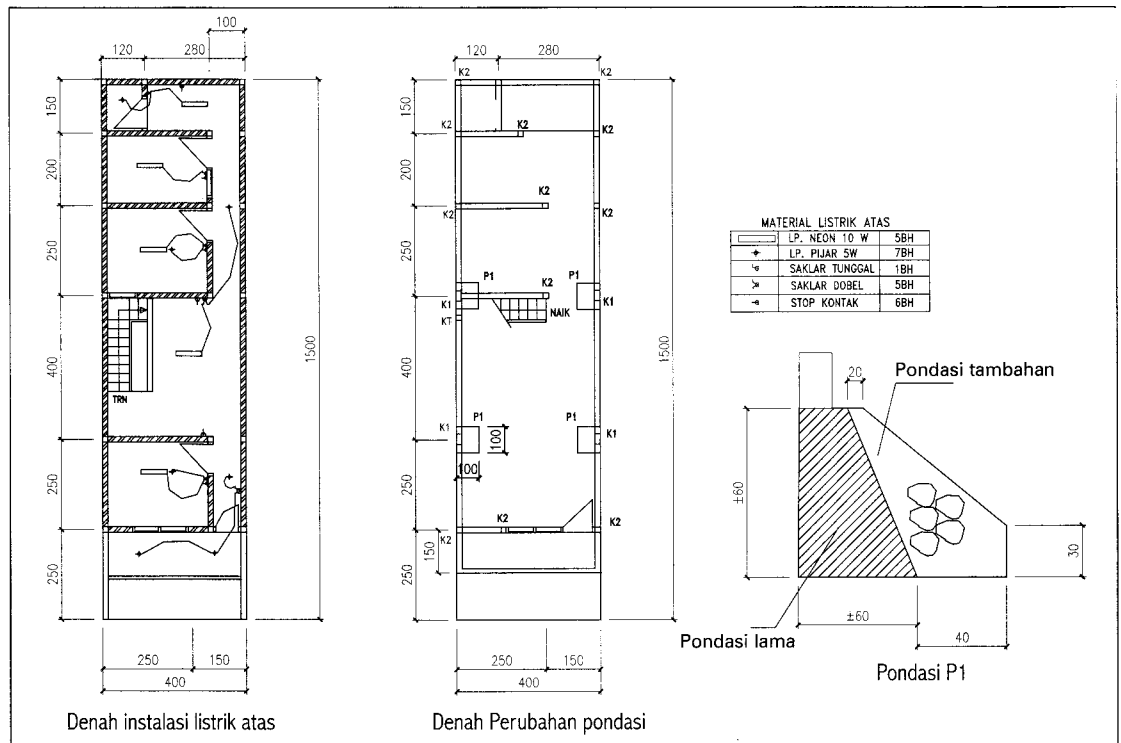
- ❖ Volume bahan lantai atas memakai sistem keraton.
- ❖ Pemakaian keraton sebanyak 49 m² (1 m² = 18 buah).
- ❖ Pemakaian besi beton Ø8 mm sebanyak 82 batang.

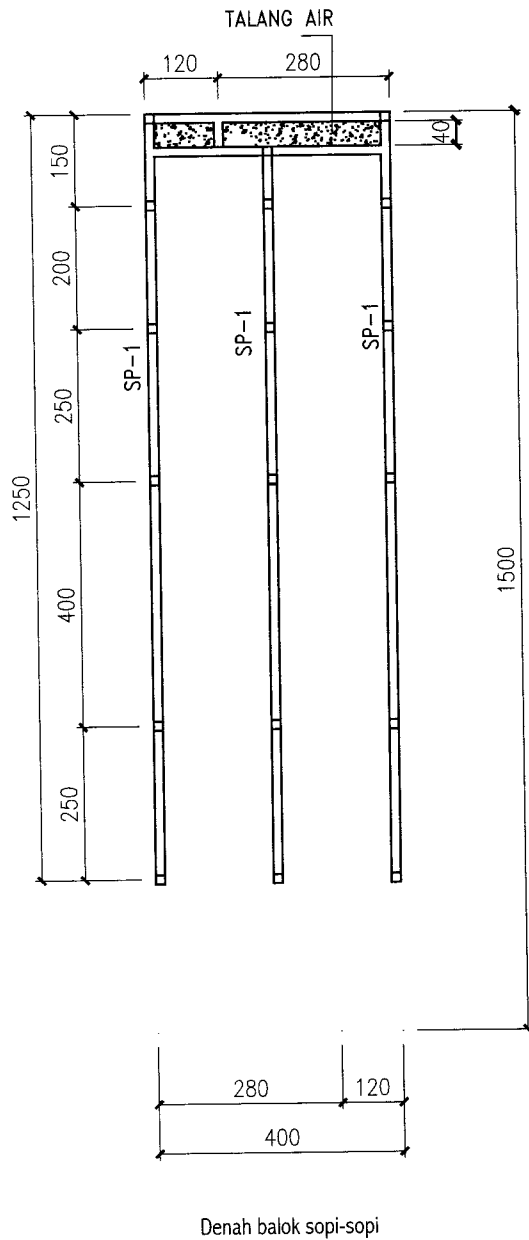
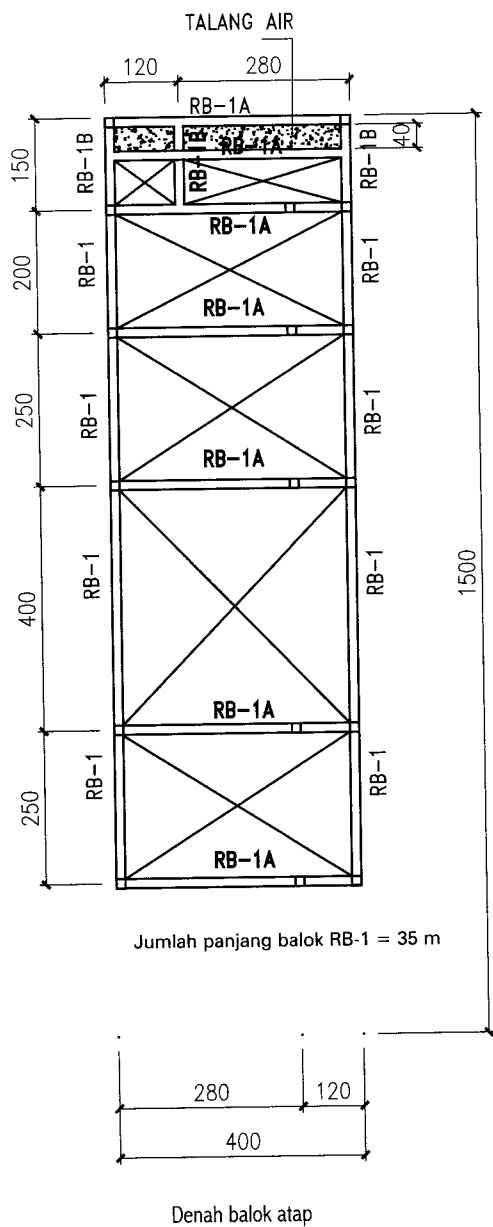


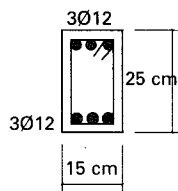
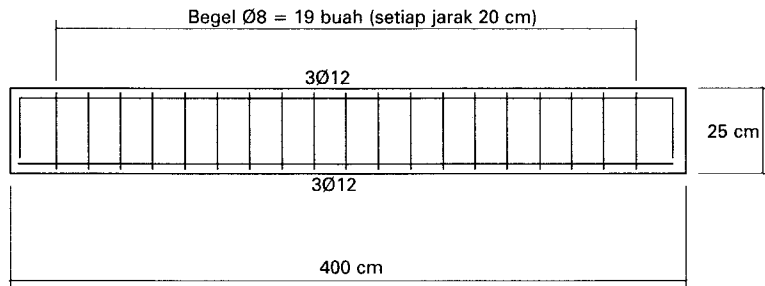


Potongan memanjang

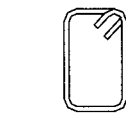




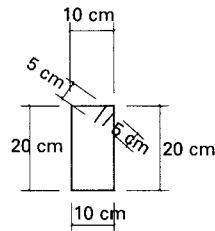




Ukuran balok

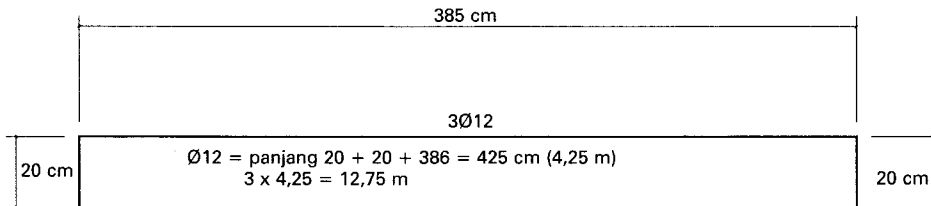


Bentuk begel/cincin

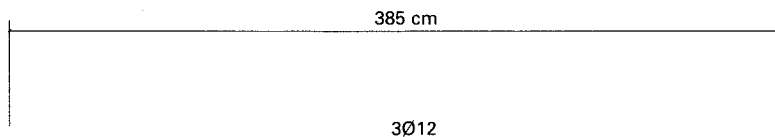


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $19 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.330 \text{ cm} (13,3 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $13,3 : 12 = 1,1$ batang

Besi atas



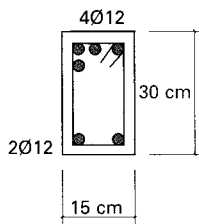
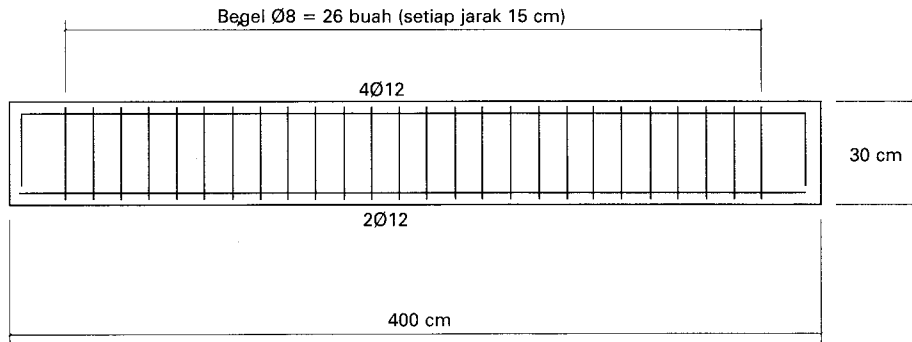
Besi bawah



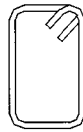
- Ø12 = panjang 385 cm (3,85 m)
- $3 \times 3,85 = 11,55 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø12, $12,75 + 11,55 = 24,3 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø12 adalah $24,3 : 12 = 2,1$ batang

- Jumlah balok B-1 = 4 bh
- Total kebutuhan besi Ø12 = $4 \times 2,1 = 8,4$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $4 \times 1,1 = 4,4$ batang

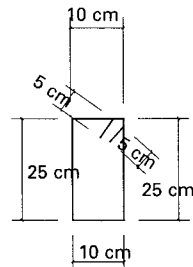
Penampang balok B-1 15 x 25



Ukuran balok

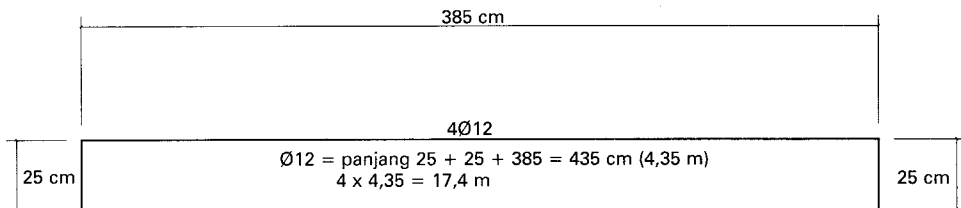


Bentuk begel/cincin

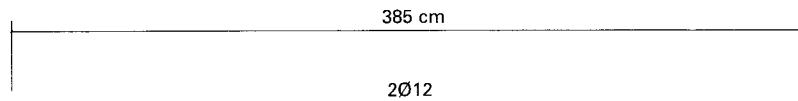


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $25 + 25 + 10 + 10 + 5 + 5 = 80$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $26 \text{ bh} \times 80 \text{ cm} = 2.080 \text{ cm}$ (20,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah 1,7 batang

Besi atas



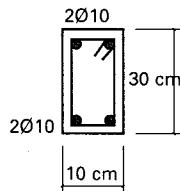
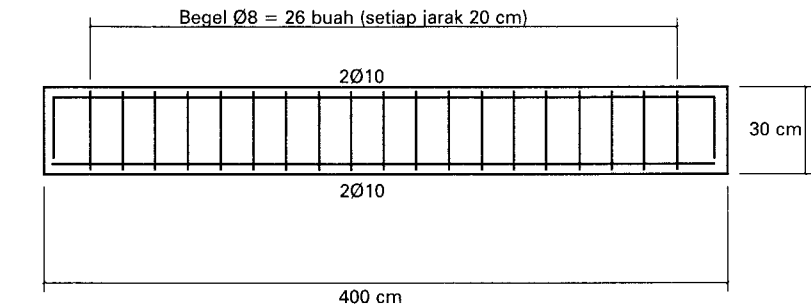
Besi bawah



- Jumlah balok B-2 = 2 bh
- Total kebutuhan besi Ø12 = $2 \times 2,1 = 4,2$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $2 \times 1,7 = 3,4$ batang

- Ø12 = panjang 385 cm (3,85 m)
- $2 \times 3,85 = 7,7$ m
- Total panjang besi Ø12 adalah $17,4 + 7,7 = 25,1$ m
- Kebutuhan besi Ø12 adalah $25,1 : 12 = 2,1$ batang

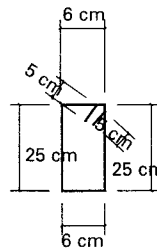
Penampang balok B-2 15 x 30



Ukuran balok

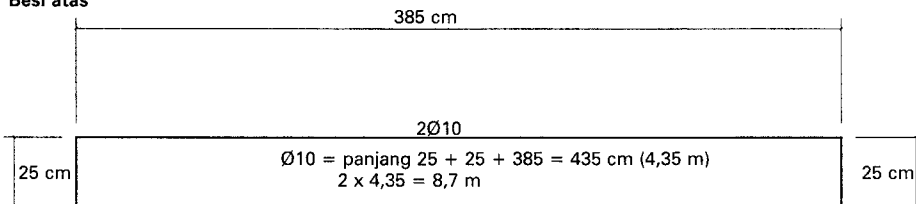


Bentuk begel/cincin

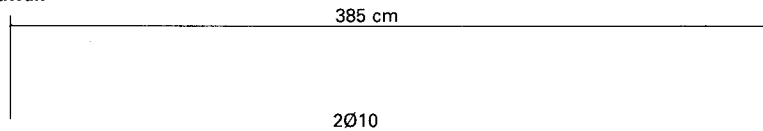


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $25 + 25 + 6 + 6 + 5 + 5 = 72$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $19 \text{ bh} \times 72 \text{ cm} = 1.368 \text{ cm}$ (13,68 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $13,68 : 12 = 1,14$ batang

Besi atas

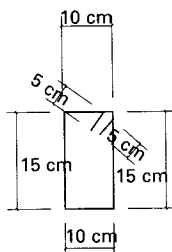
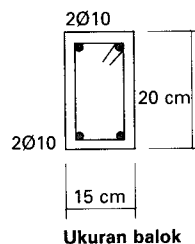
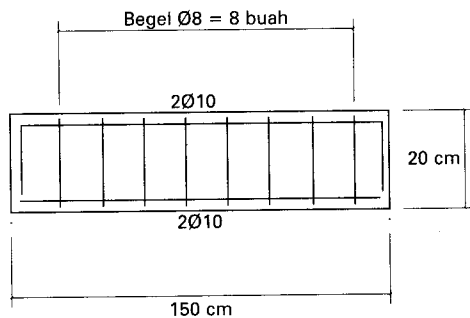


Besi bawah



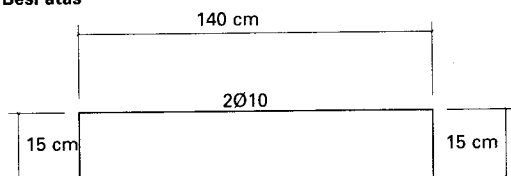
- Ø10 = panjang 385 cm (3,85 m)
 $2 \times 3,85 = 7,7$ m
- Total panjang besi Ø10 adalah $8,7 + 7,7 = 16,4$ m
- Kebutuhan besi Ø10 adalah $16,4 : 12 = 1,36$ batang

Penampang balok B-3 10 x 30



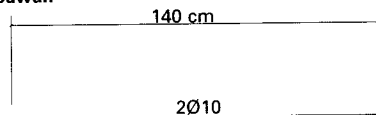
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $8 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 0,4$ batang

Besi atas



$$\begin{aligned} \text{Ø10} &= \text{panjang } 15 + 15 + 140 = 170 \text{ cm (1,7 m)} \\ 2 \times 1,7 &= 3,4 \text{ m} \end{aligned}$$

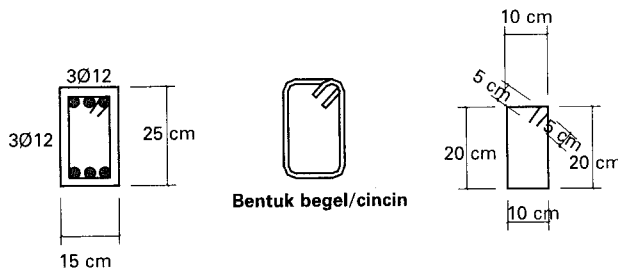
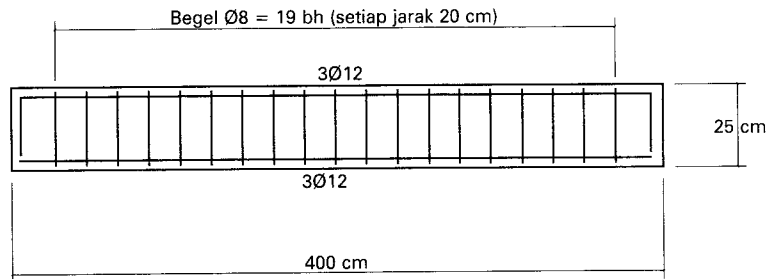
Besi bawah



- Ø10 = panjang 140 cm (1,4 m)
- $2 \times 1,4 = 2,8$ m
- Total panjang besi Ø10 adalah $3,4 + 2,8 = 6,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 adalah $6,2 : 12 = 0,52$ batang

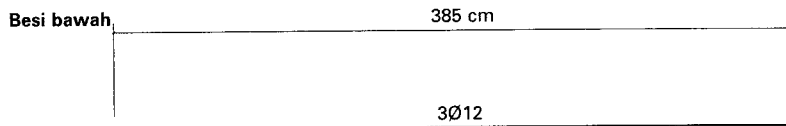
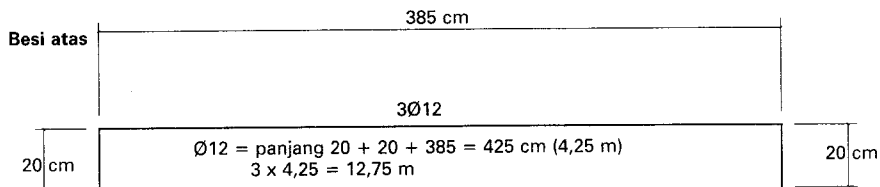
- Jumlah balok B-4 = 2 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $2 \times 0,52 = 1,04$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $2 \times 0,4 = 0,8$ batang

Penampang balok B-4 15 x 20



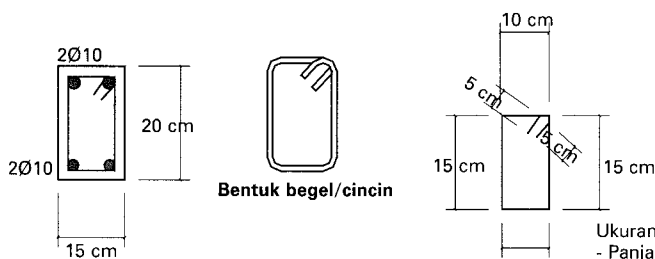
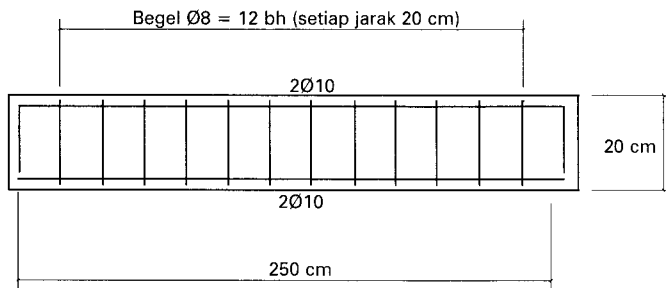
Ukuran balok

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $19 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.330 \text{ cm}$ (13,3 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $13,3 : 12 = 1,1$ batang



- Ø12 = panjang 385 cm (3,85 m)
- $3 \times 3,85 = 2,8$ m
- Total panjang besi Ø12 adalah $11,55 + 12,75 = 24,3$ m
- Kebutuhan besi Ø12 adalah $24,3 : 12 = 2,02$ batang

Penampang balok B-6 15 x 25



Bentuk begel/cincin

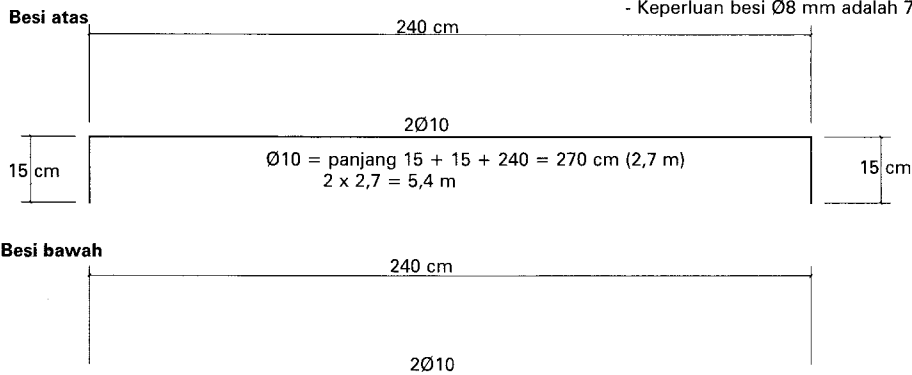
Ukuran balok

Ukuran begel Ø8 mm

- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm

- Total kebutuhan besi begel : $12 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 720 \text{ cm (7,2 m)}$

- Keperluan besi Ø8 mm adalah $7,2 : 12 = 0,6$ batang



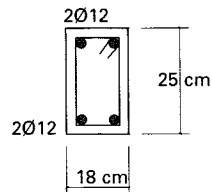
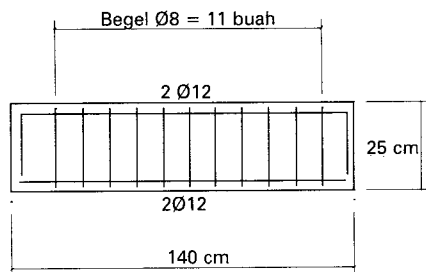
- Ø10 = panjang 240 cm (2,4 m)

$2 \times 2,4 = 4,8$ m

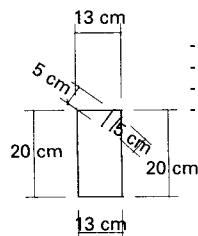
- Total panjang besi Ø10 adalah $5,4 + 4,8 = 10,2$ m

- Kebutuhan besi Ø10 adalah $10,2 : 12 = 0,85$ batang

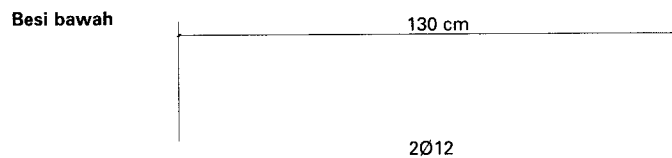
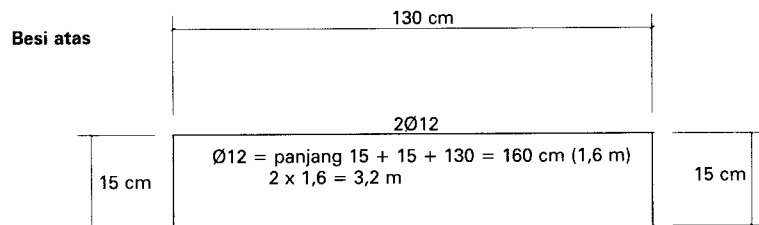
Penampang balok B-6A 15 x 20



Ukuran balok

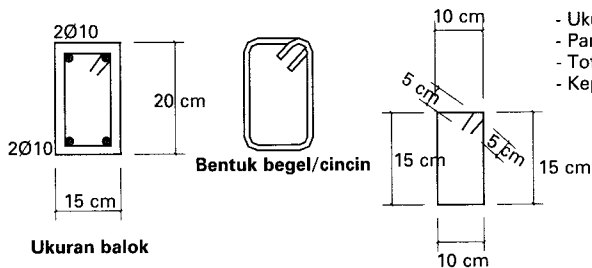
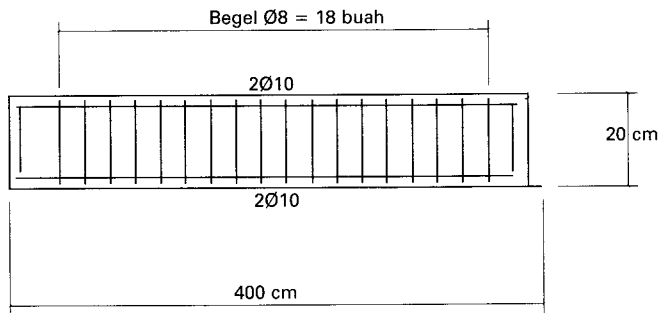


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 13 + 13 + 5 + 5 = 78$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $11 \text{ bh} \times 78 \text{ cm} = 858 \text{ cm}$ (8,58 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $8,58 : 12 = 0,72$ batang

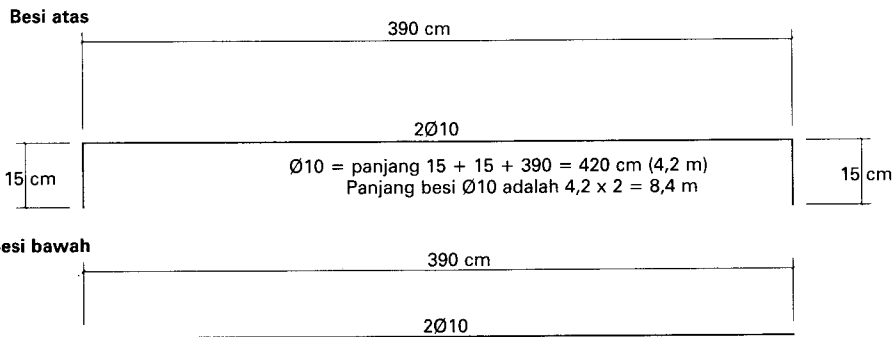


- Ø12 = panjang 130 cm (1,3 m)
- $2 \times 1,3 = 2,6$ m
- Total panjang besi Ø12 adalah $3,2 + 2,6 = 5,8$ m
- Kebutuhan besi Ø12 adalah $5,8 : 12 = 0,48$ batang

Penampang balok B-7 18 x 25



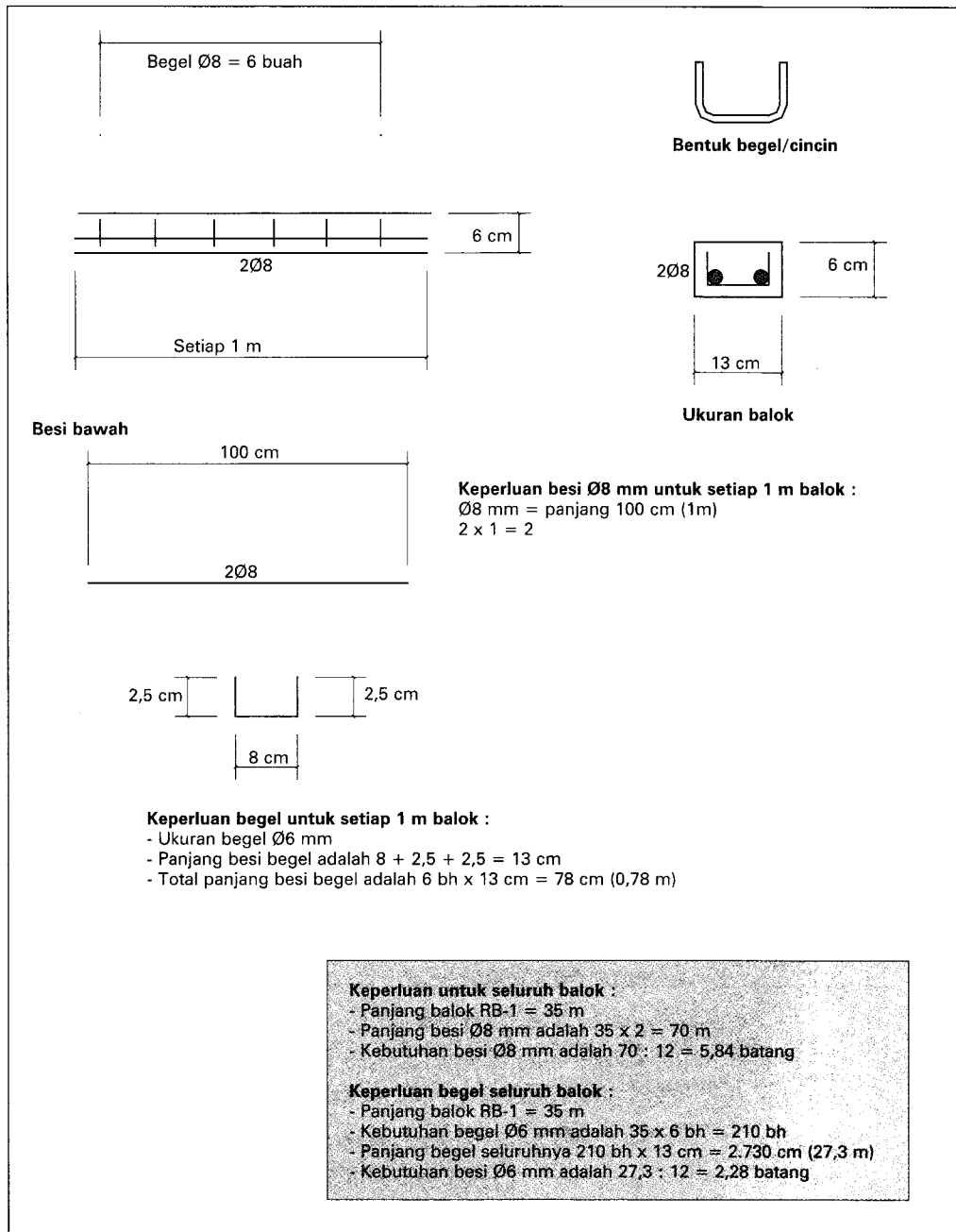
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $18 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 1.080 \text{ cm} (10,8 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $10,8 : 12 = 0,9$ batang



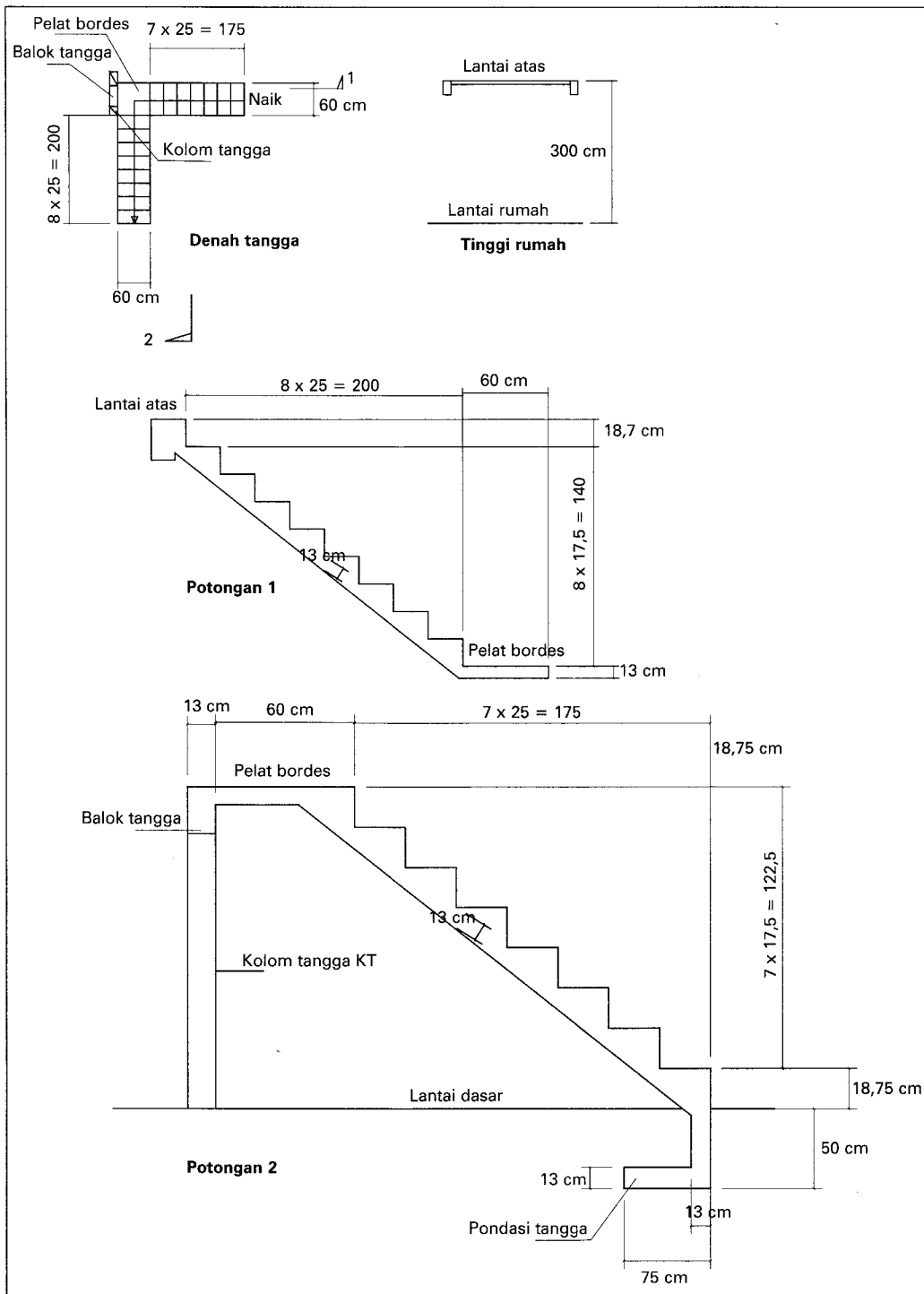
- Ø10 = panjang 390 = 390 cm (3,9 m)
- Panjang besi Ø10 adalah $2 \times 390 \text{ cm} = 780 \text{ cm} (7,8 \text{ m})$
- Total panjang besi Ø10 adalah $3,9 + 7,8 = 11,7 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø10 adalah $11,7 : 12 = 0,975$ batang

- Jumlah balok RB-1A = 7 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $7 \times 0,975 = 6,825$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $7 \times 0,9 = 6,3$ batang

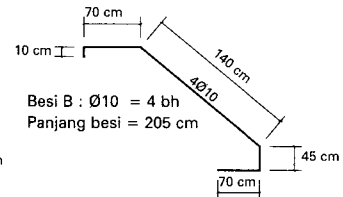
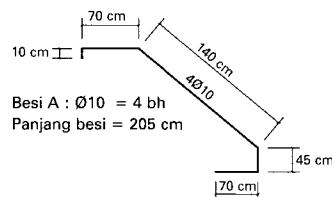
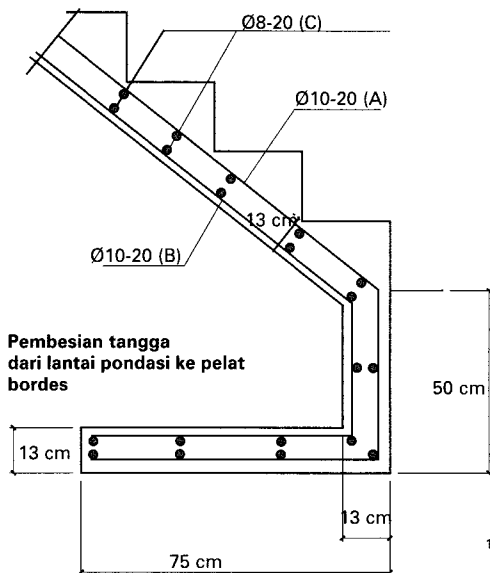
Penampang balok RB-1A 15 x 20



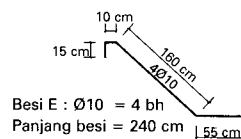
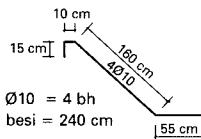
Penampang balok RB-1 13 x 6



Tangga tipe 1



Panjang besi (Ø10) A + B = 205 cm + 205 cm = 410 cm
Total panjang besi A + B = 410 cm x 4 = 1.640 cm (16,4 m)
Kebutuhan besi Ø10 = 16,4 : 12 = 1,37 batang



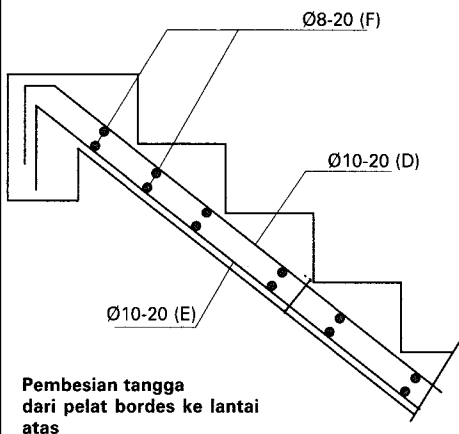
Panjang besi (Ø10) D + E = 240 cm + 240 cm = 480 cm
Total panjang besi D + E = 480 cm x 4 = 1.920 cm (19,2 m)
Kebutuhan besi Ø10 = 19,2 : 12 = 1,6 batang



Besi C : Ø8 = 15 bh
Atas dan bawah = 2 x 15 bh = 30 bh
Panjang besi = 30 bh x 55 cm = 1.650 cm (16,5 m)
Kebutuhan besi Ø8 = 16,5 : 12 = 1,37 batang



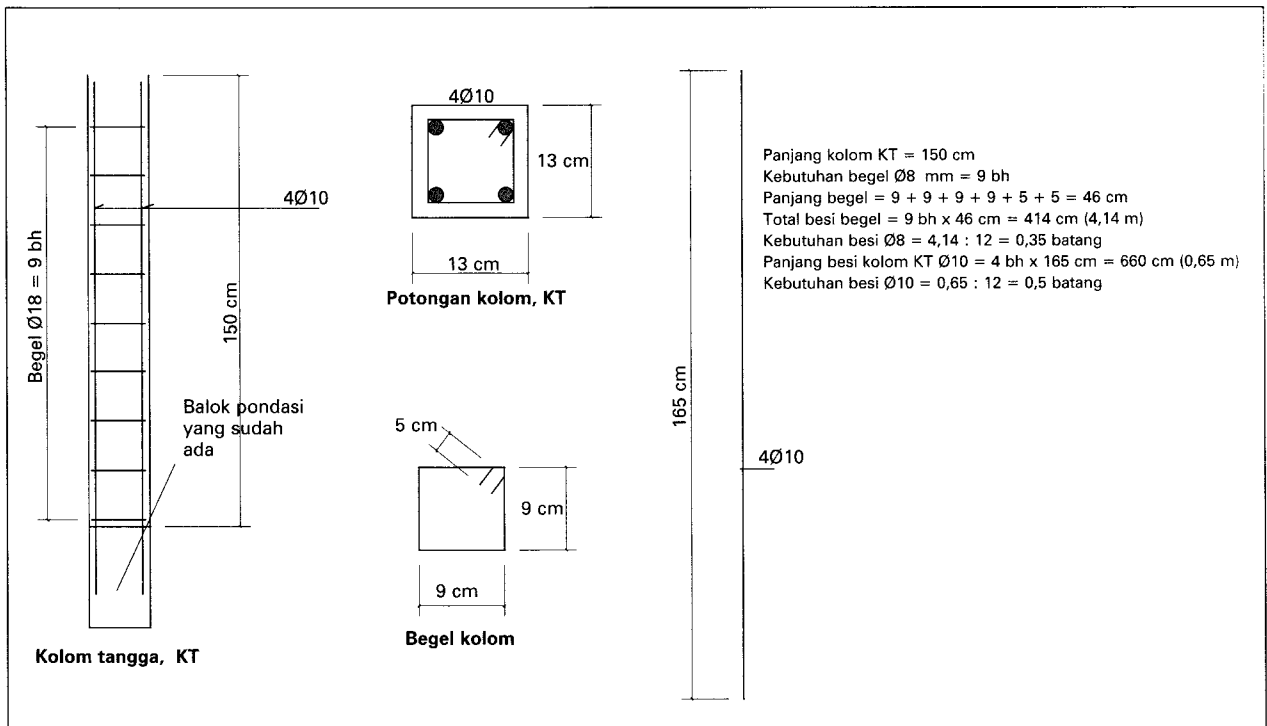
Besi F : Ø8 = 8 bh
Atas dan bawah = 2 x 8 bh = 16 bh
Panjang besi = 16 bh x 55 cm = 880 cm (0,88 m)
Kebutuhan besi Ø8 = 8,8 : 12 = 0,73 batang



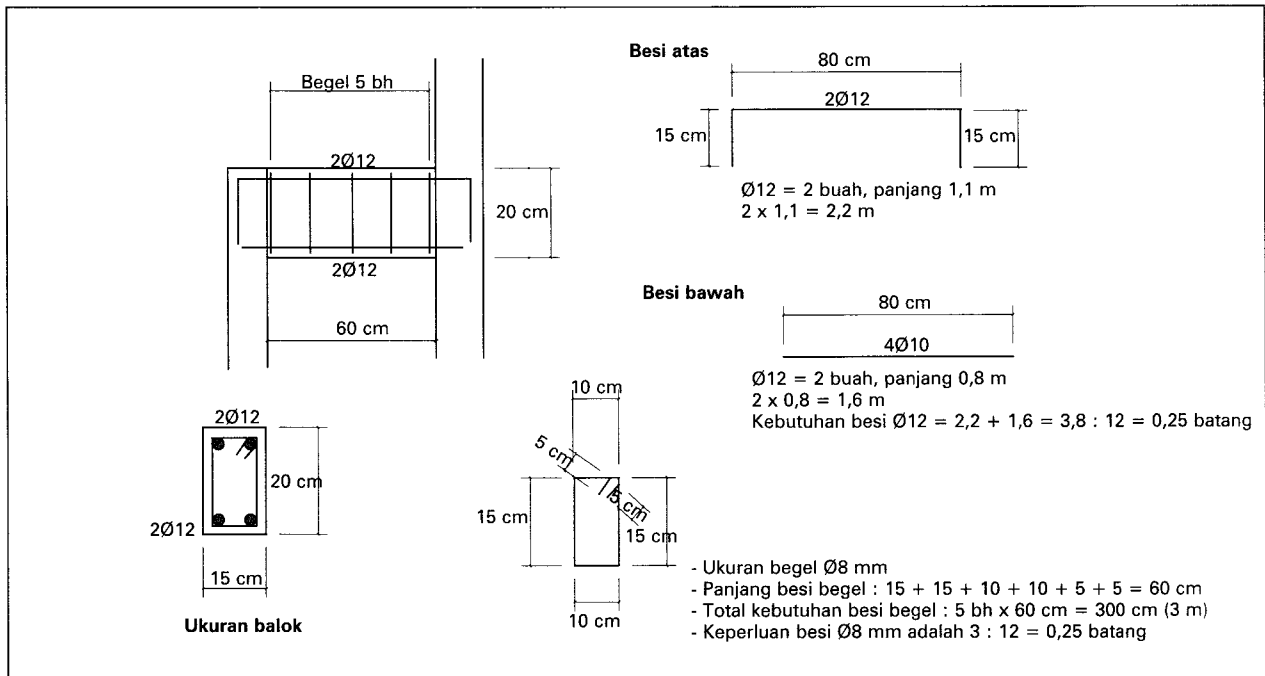
Kebutuhan besi keseluruhan

Total panjang besi Ø10 = 1,37 + 1,6 = 2,97 batang
Total panjang besi Ø8 = 1,37 + 0,73 = 2,1 batang

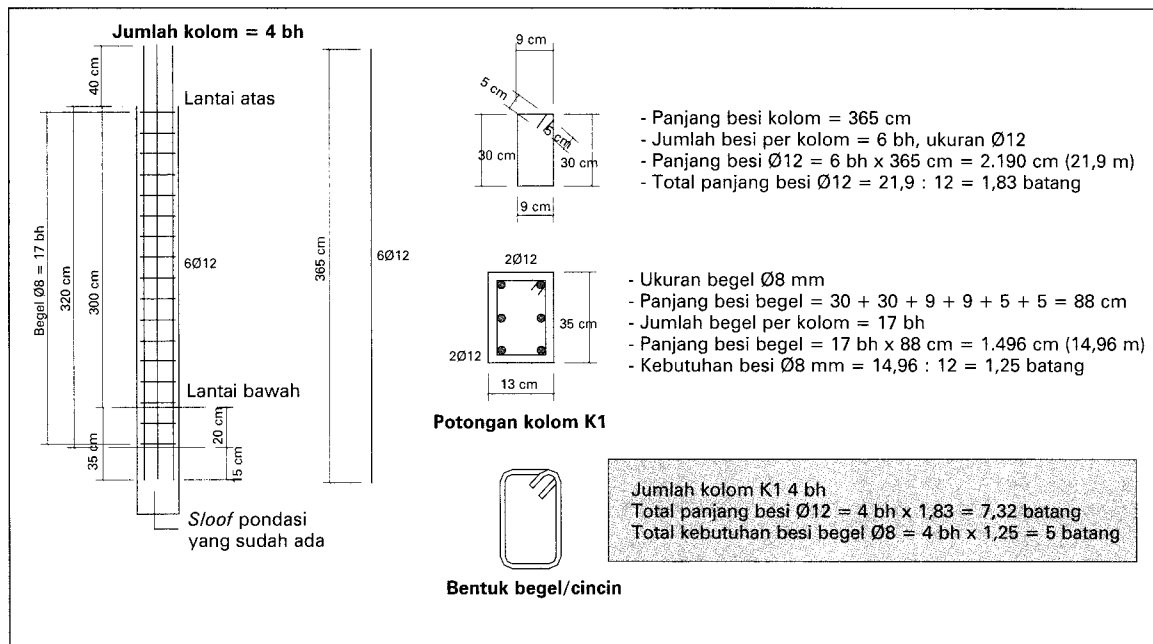
Besi tangga tipe 1



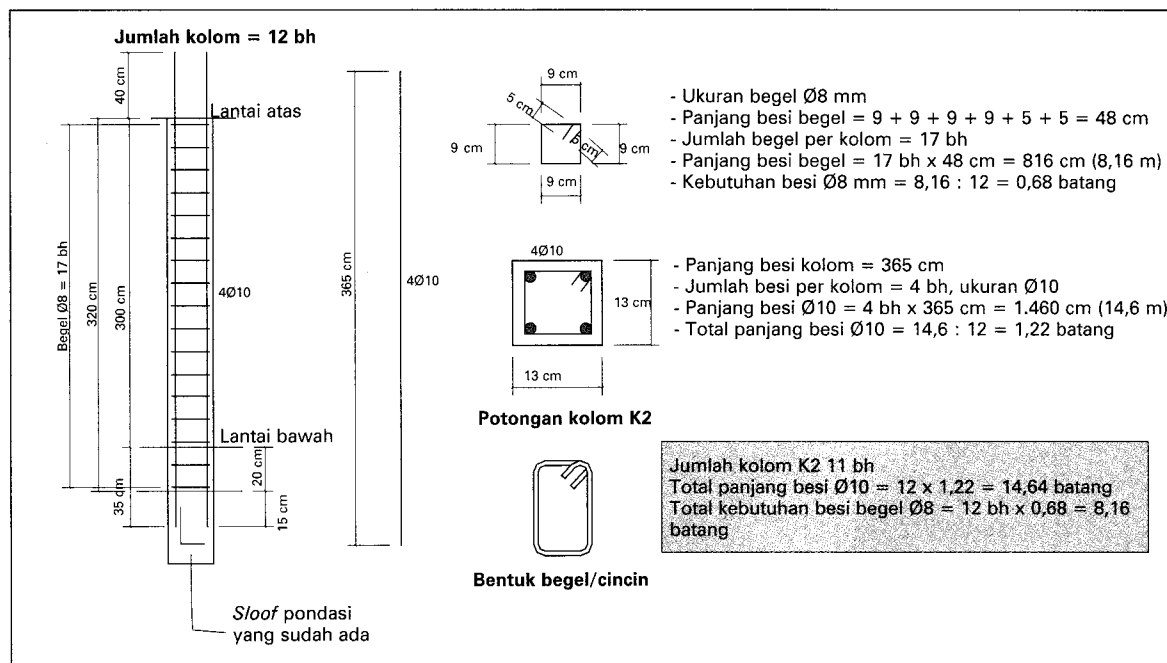
Kolom tangga tipe 1



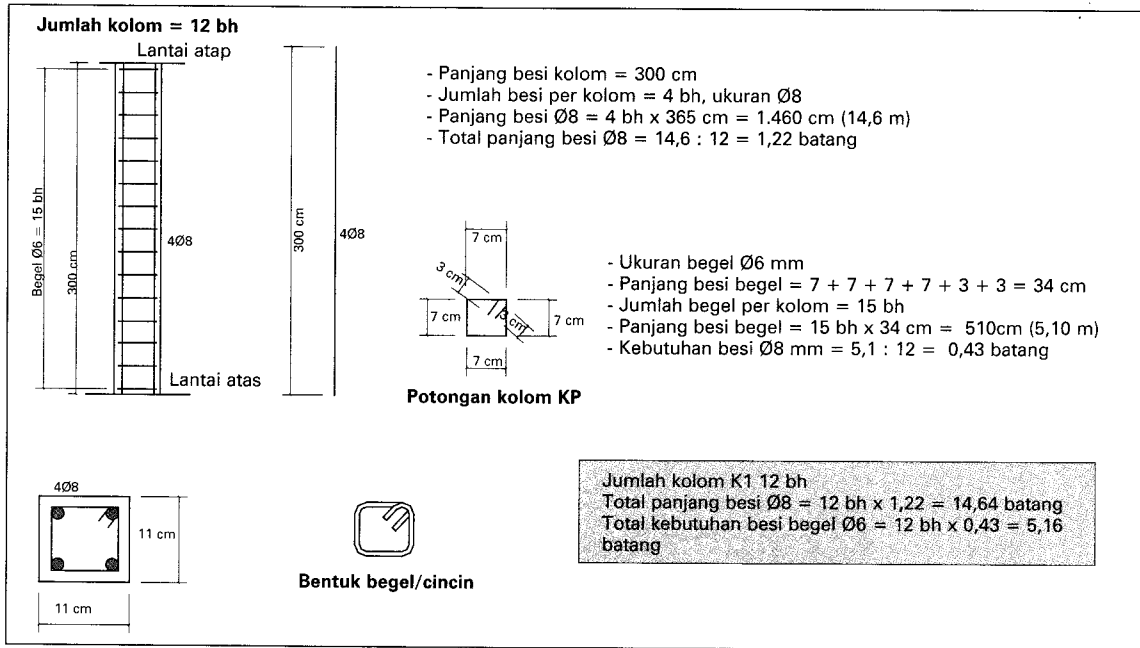
Penampang balok tangga tipe 15 x 20



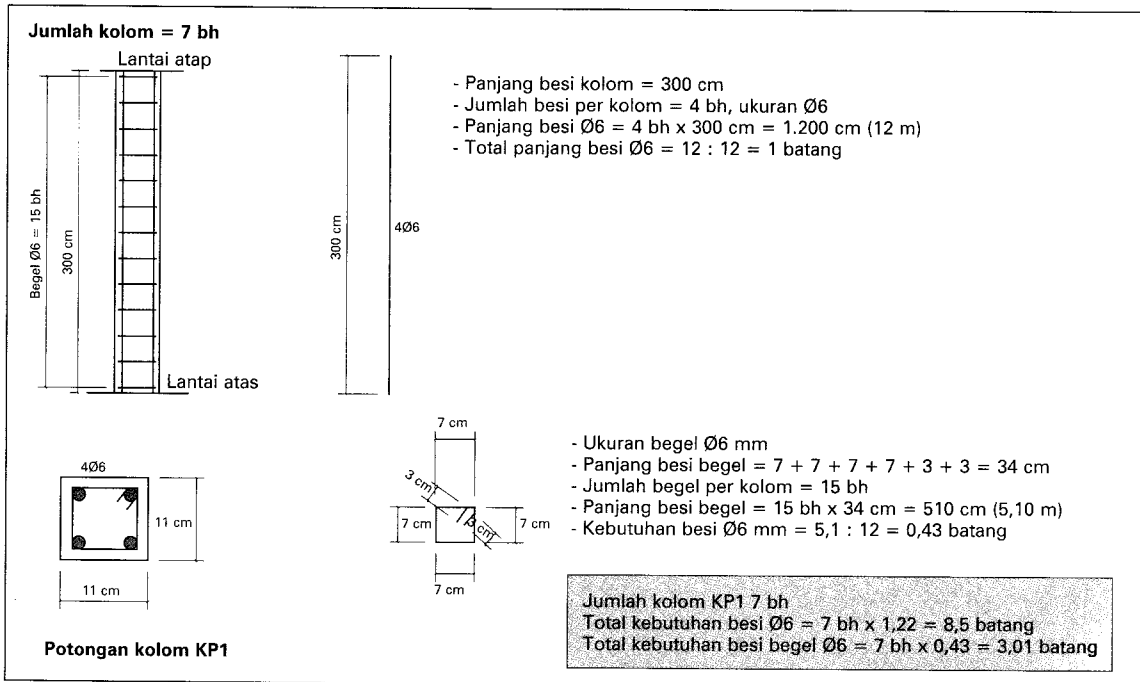
Penampang kolom K1, 13 x 35



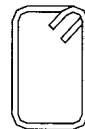
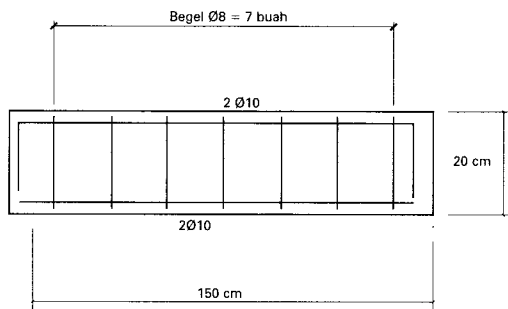
Penampang kolom K2, 13 x 13



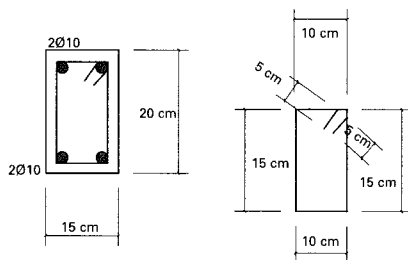
Penampang kolom KP (11 x 11)



Penampang kolom KP 1 (11 x 11)



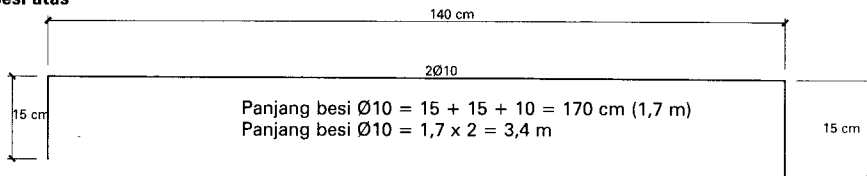
Bentuk begel/cincin



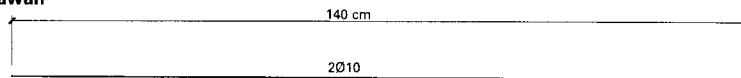
Ukuran balok

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $7 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 4,8$ batang

Besi atas



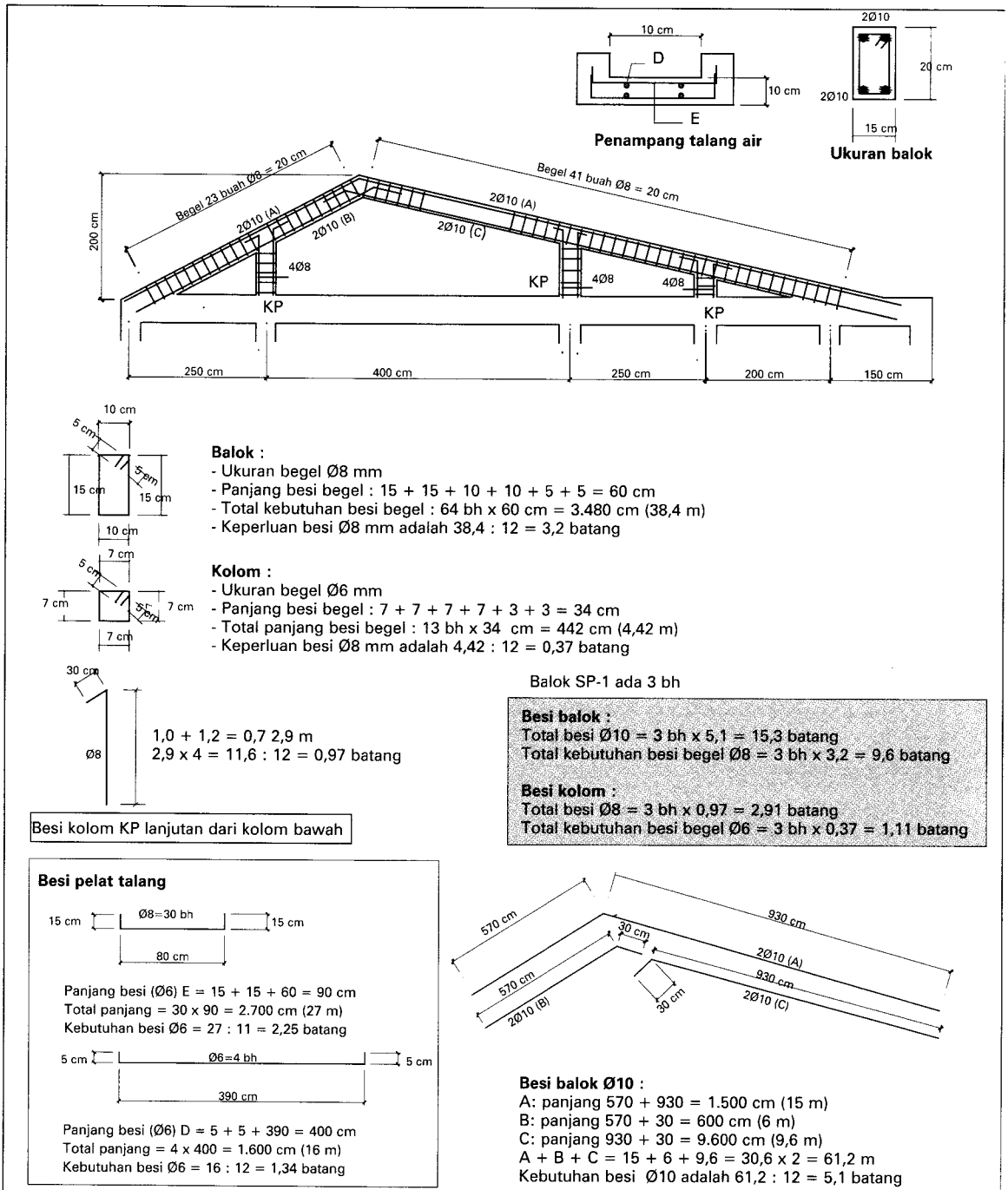
Besi bawah



- Ø10 = panjang 140 cm (1,4 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 140 \text{ cm} = 280 \text{ cm}$ (2,8 m)
- Total panjang besi Ø10 adalah $3,4 + 2,8 = 6,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 adalah $6,2 : 12 = 0,52$ batang

Balok RB-1B, ada 3 bh
 Total besi Ø10 = $3 \text{ bh} \times 0,87 = 2,61$ batang
 Total kebutuhan besi begel Ø8 = $3 \text{ bh} \times 0,4 = 1,2$ batang

Penampang balok RB-1B, 15 x 20



C. Meningkatkan Bangunan Tipe 36/60 (5 m x 12 m)

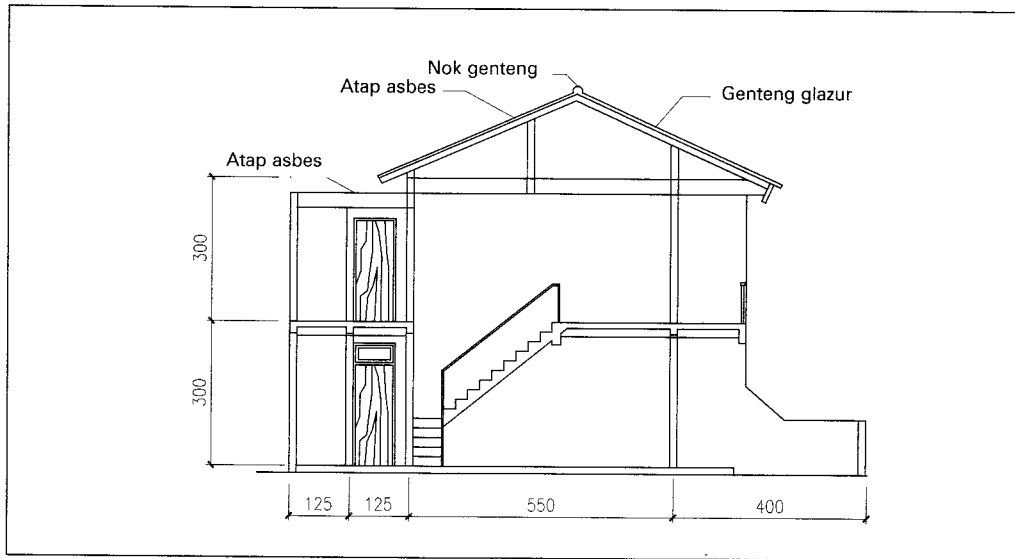
Bangunan tipe 36 merupakan jenis bangunan yang banyak diminati. Selain luas tanahnya yang cukup untuk keluarga kecil, cicilannya cukup terjangkau. Bangunan tipe 36 ini akan diberikan contoh pengembangan dan strukturnya. Jika tidak menggunakan bahan cor pelat beton konvensional untuk lantai atasnya, pondasi kemungkinan tidak harus dirubah. Bila dimensinya tinggi 60 lebar 60 cm. Tetap menggunakan pondasi lama, pondasi cukup aman mengingat kondisi tanahnya pun cukup baik. Selain itu keadaan tanah dibawah pondasi telah padat dan stabil.

Untuk meningkat rumah tipe 36 memerlukan besi untuk struktur sebagai berikut.

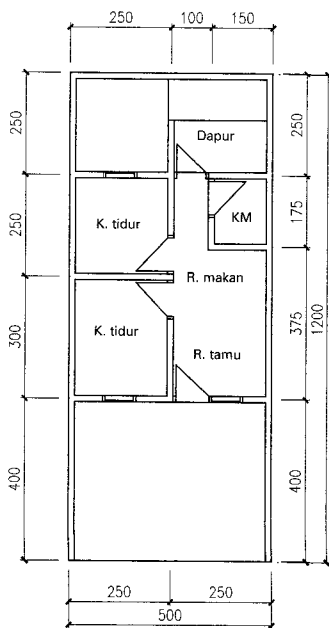
| No | Diameter besi (mm) | Kebutuhan (batang) | Faktor terbuang 5% | Jumlah (batang) | Kebutuhan Final (batang) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 13,39 | 1,34 | 14,73 | 15 |
| 2 | 8 | 53,03 | 2,65 | 55,68 | 56 |
| 3 | 10 | 28,75 | 1,44 | 30,19 | 30 |
| 4 | 12 | 11,66 | 0,59 | 12,25 | 12 |

- ❖ Volume bahan lantai atas memakai sistem keraton.
- ❖ Pemakaian keraton sebanyak 33 m² (1 m² = 18 buah).
- ❖ Pemakaian besi beton Ø8 mm sebanyak 56 batang.

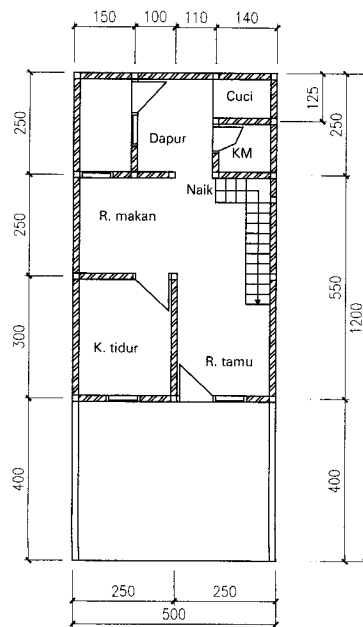




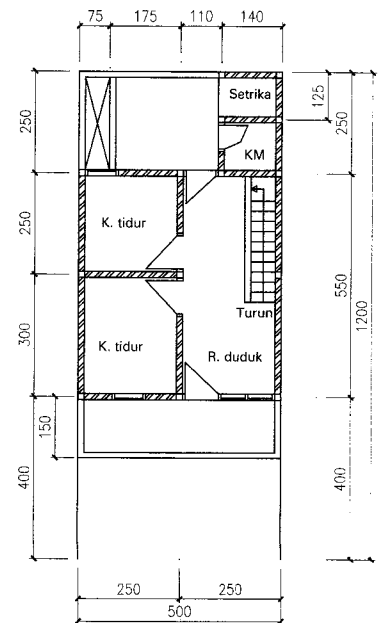
Potongan memanjang



Denah lantai bawah (asli)
sebelum direnovasi



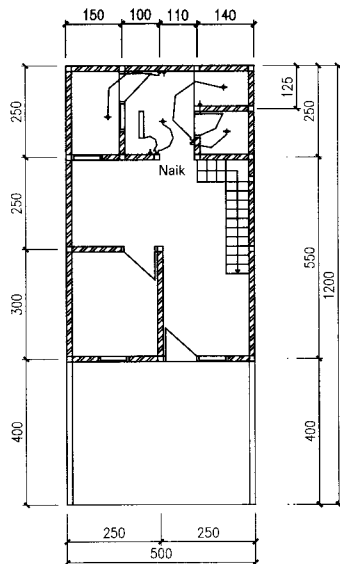
Denah lantai bawah (baru)
sesudah direnovasi



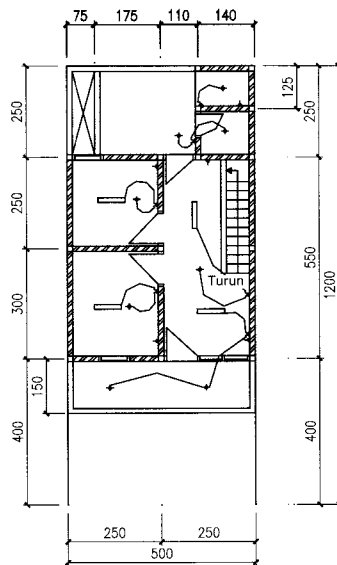
Denah lantai atas

| MATERIAL LISTRIK BAWAH | | |
|------------------------|-----|--|
| LP. NEON 10 W | 1BH | |
| LP. PIJAR SW | 4BH | |
| SAKLAR TUNGGAL | 1BH | |
| SAKLAR DOBEL | 2BH | |
| STOP KONTAK | 3BH | |

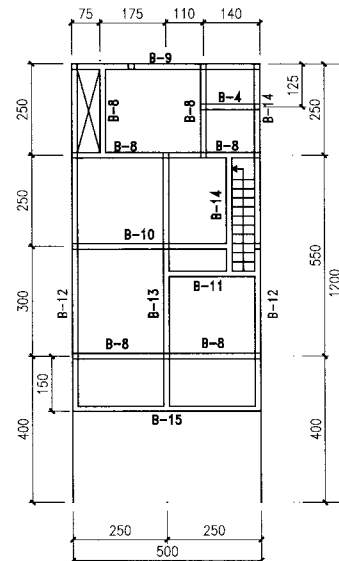
| MATERIAL LISTRIK ATAS | | |
|-----------------------|-----|--|
| LP. NEON 10 W | 3BH | |
| LP. PIJAR SW | 8BH | |
| SAKLAR TUNGGAL | 1BH | |
| SAKLAR DOBEL | 5BH | |
| STOP KONTAK | 5BH | |



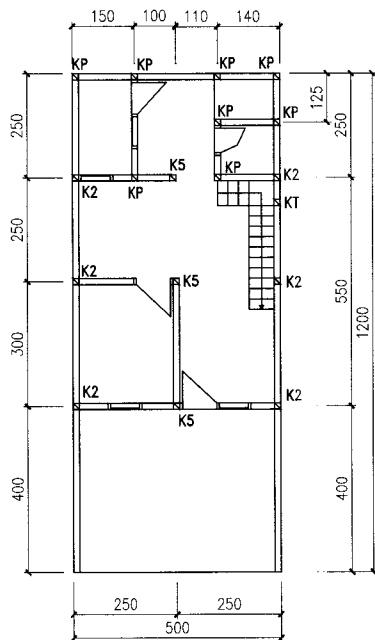
Denah instalasi listrik bawah



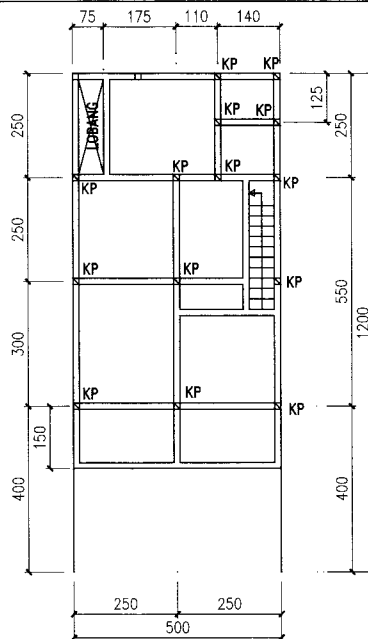
Denah instalasi listrik atas



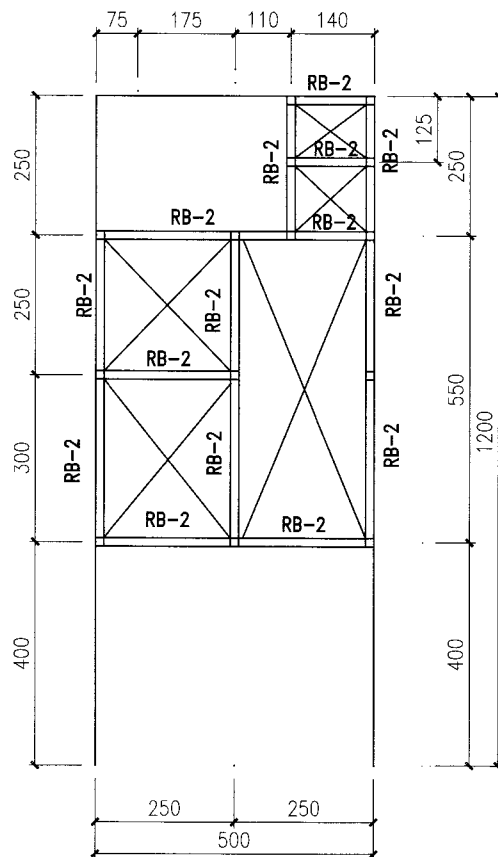
Denah balok lantai atas



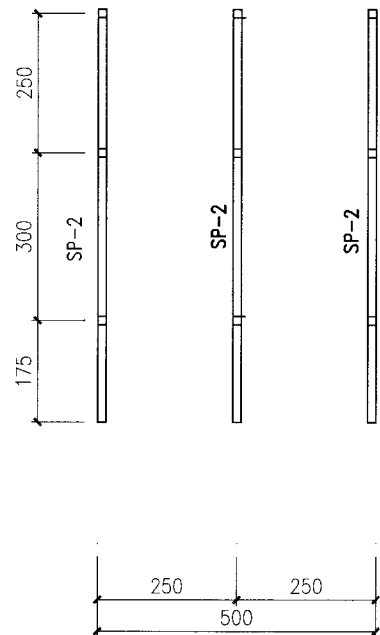
Denah kolom bawah



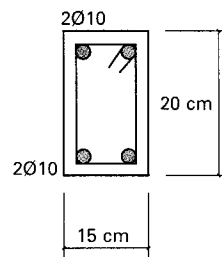
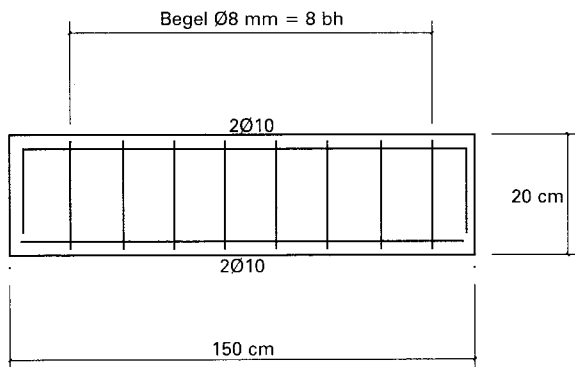
Denah kolom atas



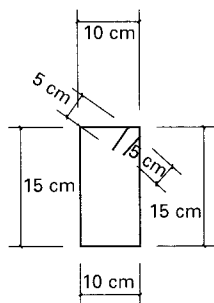
Denah kolom atap
RB-2 panjang = 36 m



Denah balok sopi-sopi

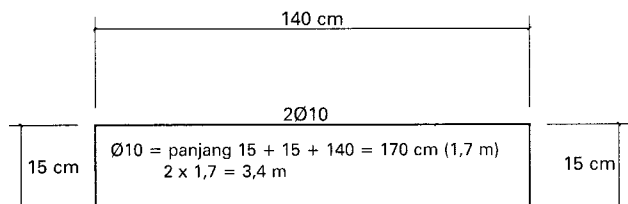


Ukuran balok

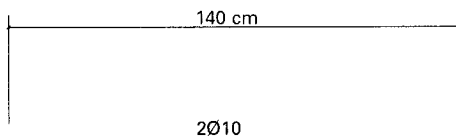


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $8 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 0,4$ batang

Besi atas

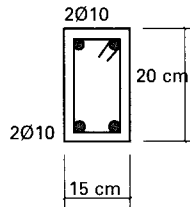
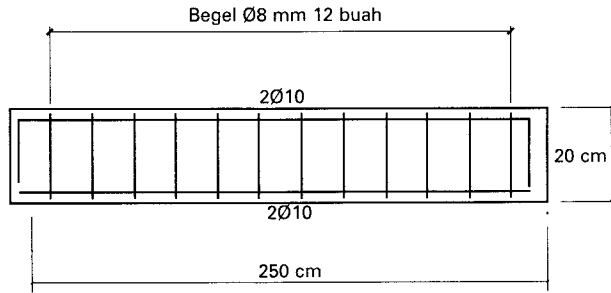


Besi bawah

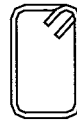


- Ø10 = panjang 140 cm (1,4 m)
- $2 \times 1,4 = 2,8$ m
- Total panjang besi Ø10 = $3,4 + 2,8 = 6,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $6,2 : 12 = 0,52$ batang

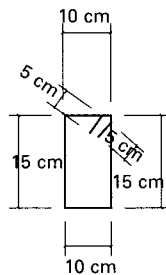
Penampang balok B-4 15 x 20



Ukuran balok

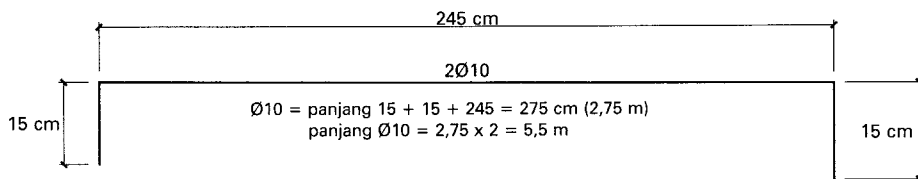


Bentuk begel/cincin

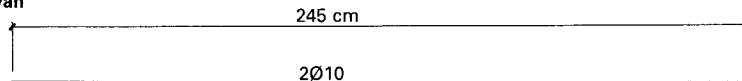


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $12 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 720 \text{ cm}$ (7,2 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $7,2 : 12 = 0,6$ batang

Besi atas



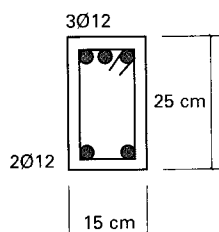
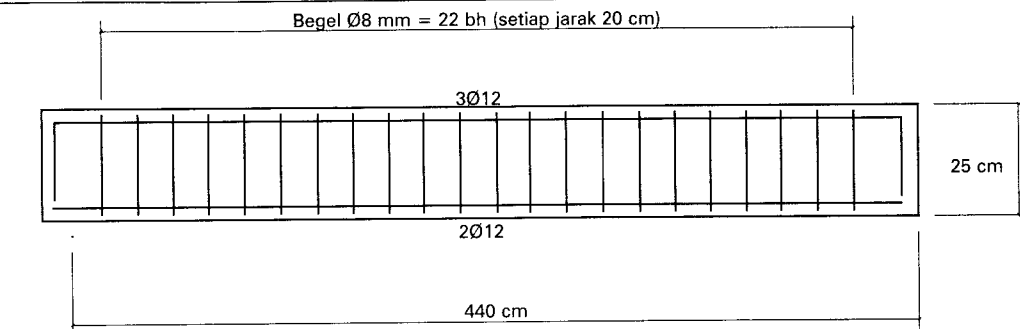
Besi bawah



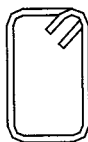
- Ø12 = panjang 245 cm (2,45 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 245 \text{ cm} = 490 \text{ cm}$ (4,9 m)
- Total panjang besi Ø10 adalah $5,5 + 4,9 = 10,4$ m
- Kebutuhan besi Ø10 adalah $10,4 : 12 = 0,87$ batang

- Jumlah balok B-8 = 5 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $5 \times 0,52 = 2,61$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $5 \times 0,4 = 2,0$ batan

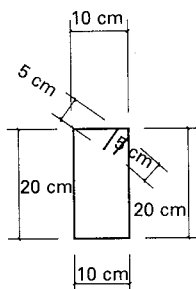
Penampang balok B-8 15 x 20



Ukuran balok



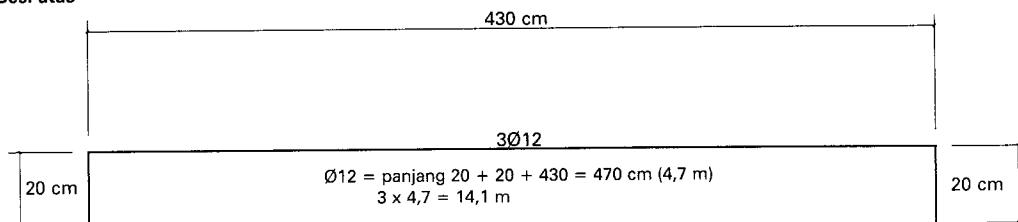
Bentuk begel/cincin



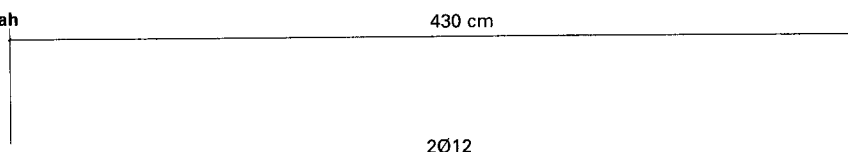
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $22 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.540 \text{ cm} (15,4 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $15,4 : 12 = 1,29$ batang

- Ø12 = panjang 430 cm (4,3 m) $2 \times 4,3 = 8,6$ m
- Total panjang besi Ø12 = $14,1 + 8,6 = 22,7$ m
- Kebutuhan besi Ø12 = $22,7 : 12 = 1,9$ batang

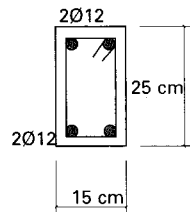
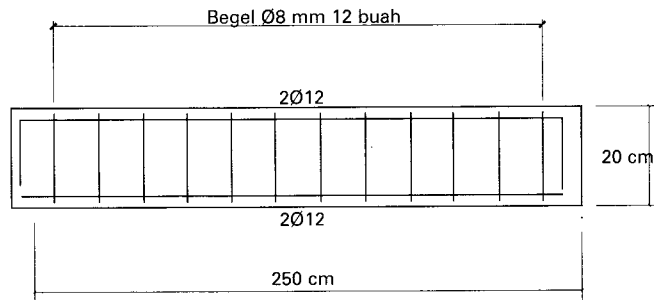
Besi atas



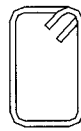
Besi bawah



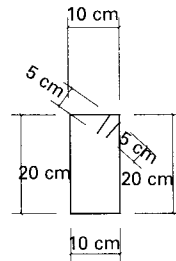
Penampang balok B-10 15 x 25



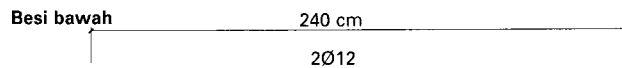
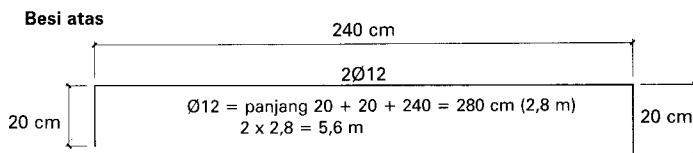
Ukuran balok



Bentuk begel/cincin

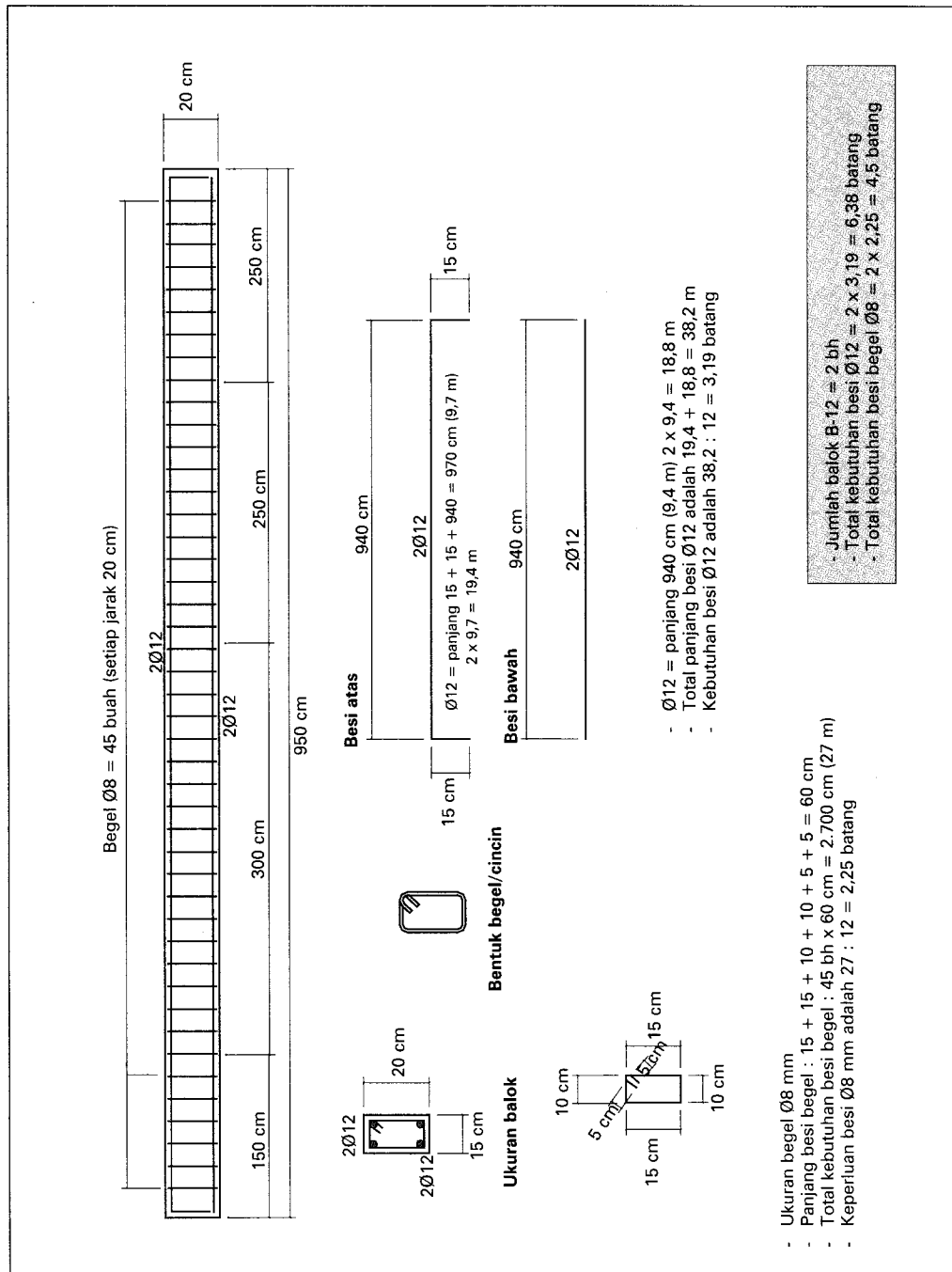


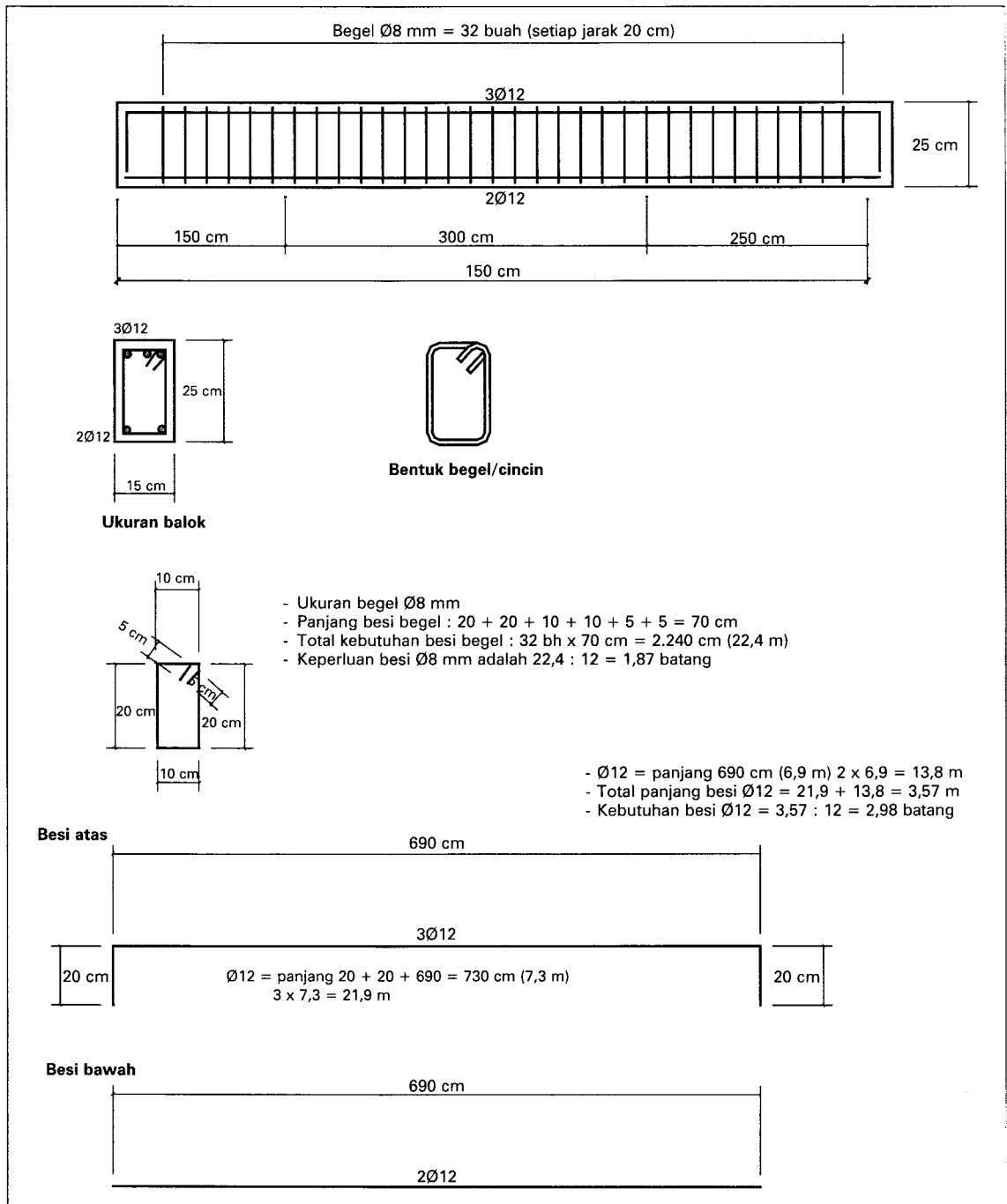
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $12 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 840$ cm (8,4 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $8,4 : 12 = 0,7$ batang



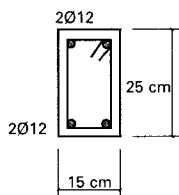
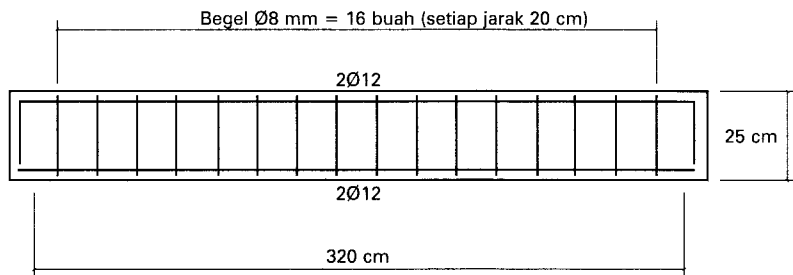
- Ø12 = panjang 240 cm (2,4 m)
 $2 \times 2,4 = 4,8$ m
- Total panjang besi Ø12 = $15,6 + 4,8 = 20,4$ m
- Kebutuhan besi Ø12 = $20,4 : 12 = 1,7$ batang

Penampang balok B-11 15 x 25

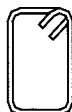




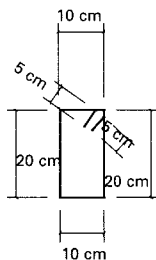
Penampang balok B-13 15 x 25



Ukuran balok

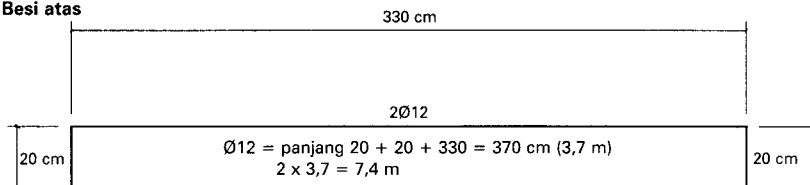


Bentuk begel/cincin

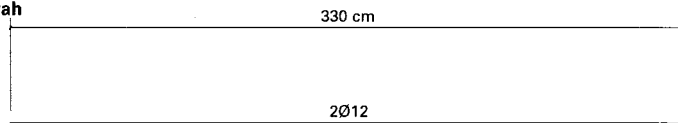


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $18 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.260 \text{ cm}$ (12,6 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $12,6 : 12 = 10,5$ batang

Besi atas

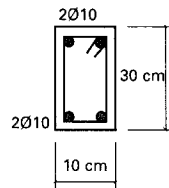
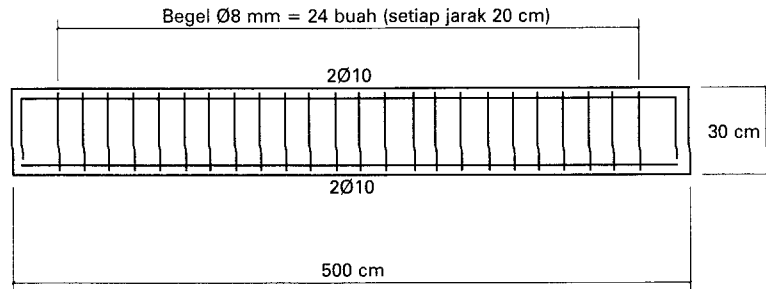


Besi bawah



- Ø12 = panjang 330 cm (3,3 m)
 $2 \times 3,3 = 6,6$ m
- Total panjang besi Ø12 = $7,4 + 6,6 = 14,0$ m
- Kebutuhan besi Ø12 = $14 : 12 = 1,17$ batang

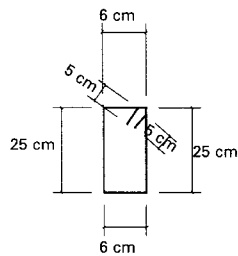
Penampang balok B-14 15 x 25



Ukuran balok

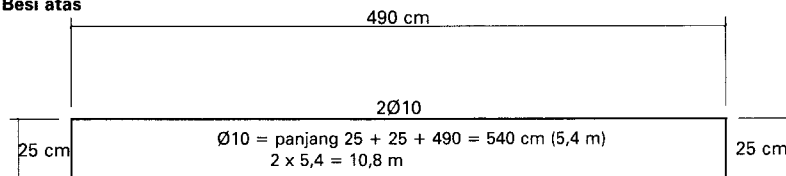


Bentuk begel/cincin

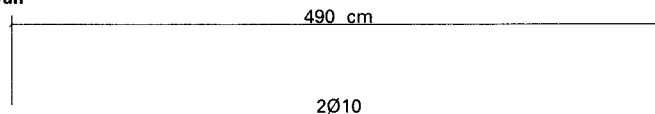


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $25 + 25 + 6 + 6 + 5 + 5 = 72$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $24 \text{ bh} \times 72 \text{ cm} = 1.728$ cm (17,28 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $17,28 : 12 = 1,44$ batang

Besi atas

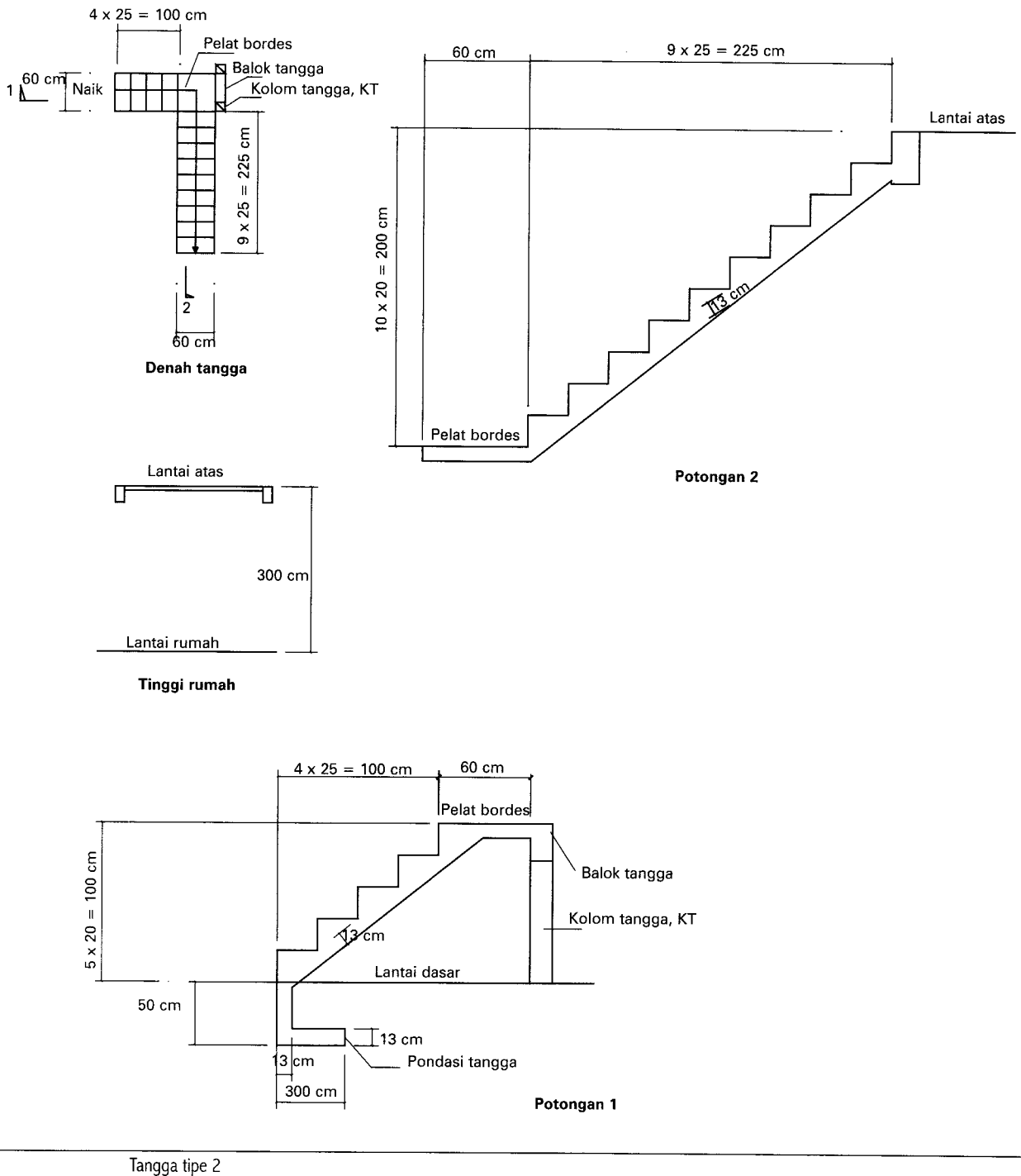


Besi bawah

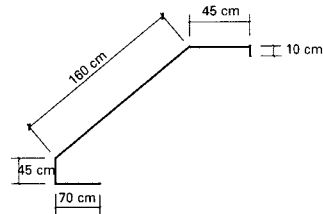
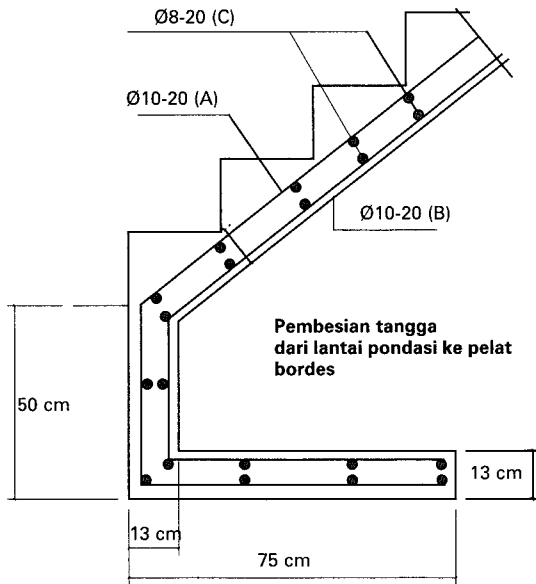


- Ø10 = panjang 490 cm (4,9 m)
- $2 \times 4,9 = 9,8$ m
- Total panjang besi Ø10 = $10,8 + 9,8 = 20,6$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $20,6 : 12 = 1,72$ batang

Penampang balok B-15 10 x 30



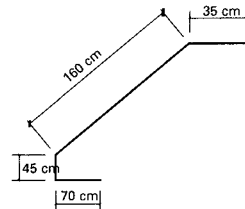
Tangga tipe 2



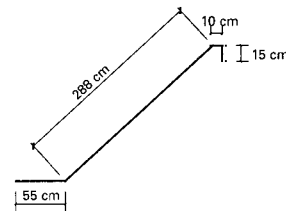
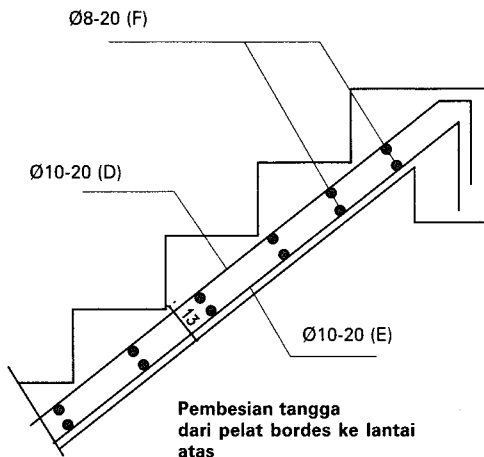
Besi A (Ø10) = 4 bh
 Panjang besi = 325 cm
 Jumlah panjang besi A = $4 \times 325 \text{ cm} = 1.300 \text{ cm} (13 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø10 = $13 : 12 = 1,09$ batang



Besi C (Ø8) = 20 bh
 Atas dan bawah = $2 \times 20 \text{ bh} = 40 \text{ bh}$
 Panjang besi = $40 \text{ bh} \times 55 \text{ cm} = 2.200 \text{ cm} (22 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø8 = $22 : 12 = 1,84$ batang



Besi B : Ø10 = 4 bh
 Panjang besi = 300 cm (3 m)
 Jumlah panjang besi B = $4 \times 300 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm} (12 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø10 = $12 : 12 = 1$ batang



Besi D dan E (Ø10) = 8 bh
 Panjang besi = 368 cm
 Jumlah panjang besi D dan E = $8 \times 368 \text{ cm} = 2.944 \text{ cm} (29,44 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø10 = $29,44 : 12 = 2,46$ batang

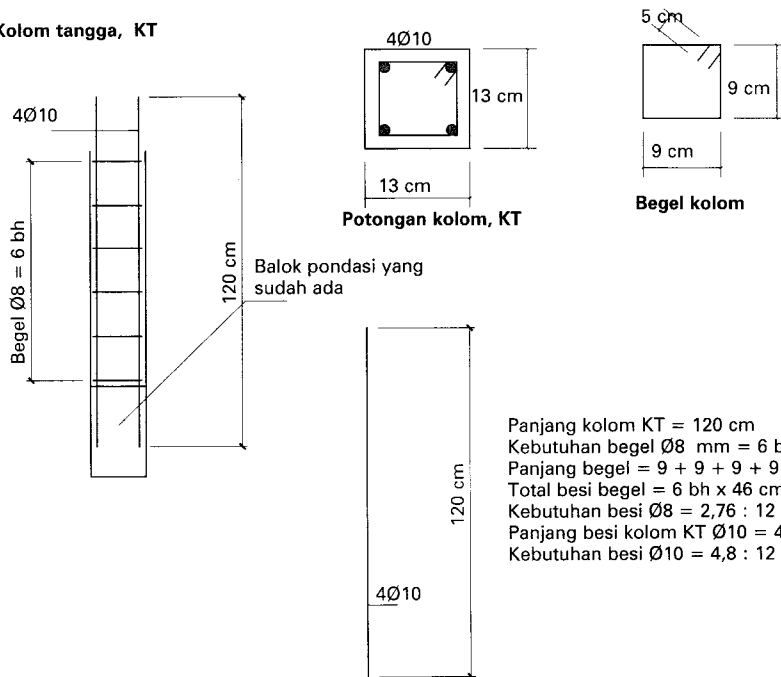


Besi F : Ø8 = 6 bh
 Atas dan bawah = $2 \times 6 \text{ bh} = 12 \text{ bh}$
 Panjang besi = $12 \text{ bh} \times 55 \text{ cm} = 660 \text{ cm} (6,6 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø8 = $6,6 : 12 = 0,55$ batang

Kebutuhan besi keseluruhan
 Total panjang besi Ø10 = $1,09 + 1,0 + 2,46 = 4,55$ batang
 Total panjang besi Ø8 = $1,84 + 0,55 = 2,39$ batang

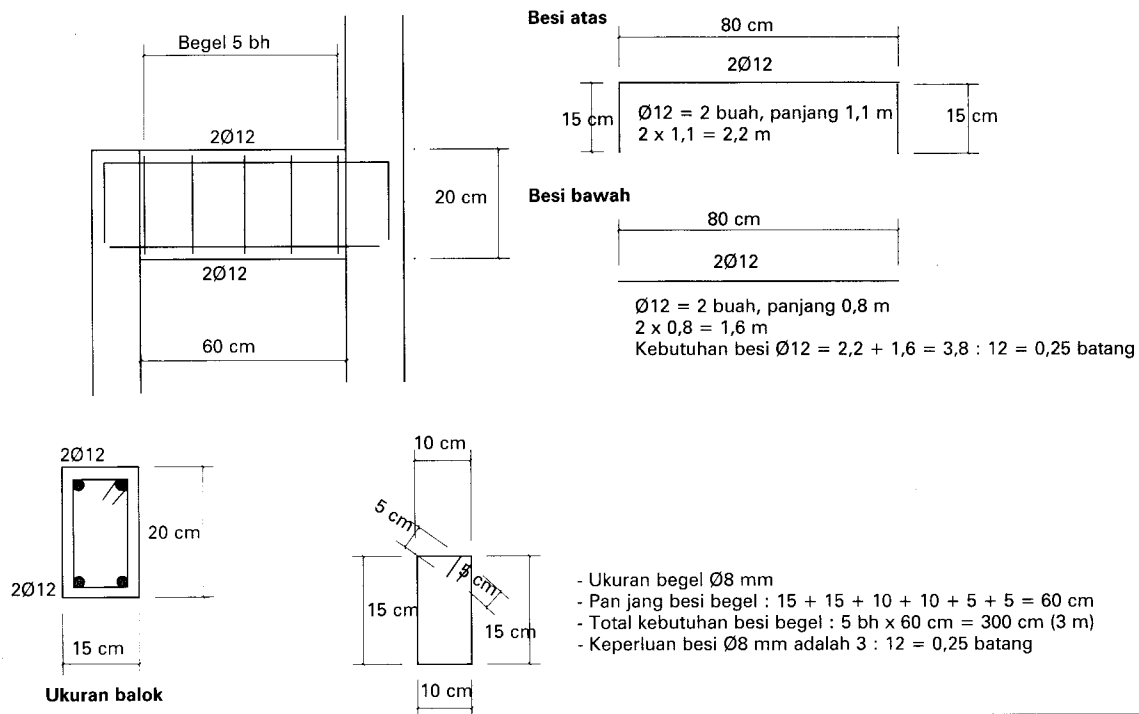
Besi tangga tipe 2

Kolom tangga, KT



Panjang kolom KT = 120 cm
 Kebutuhan begel Ø8 mm = 6 bh
 Panjang begel = 9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 46 cm
 Total besi begel = 6 bh x 46 cm = 276 cm (2,76 m)
 Kebutuhan besi Ø8 = 2,76 : 12 = 0,23 batang
 Panjang besi kolom KT Ø10 = 4 bh x 120 cm = 480 cm (4,8 m)
 Kebutuhan besi Ø10 = 4,8 : 12 = 0,4 batang

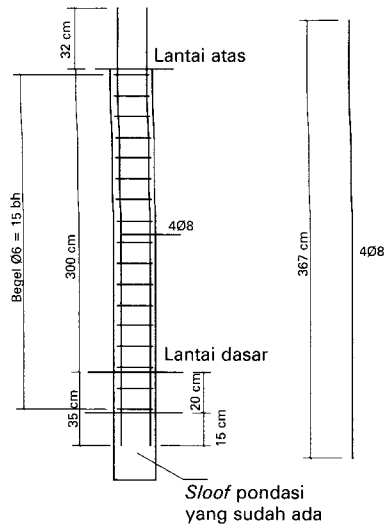
Penampang balok tangga 15 x 20



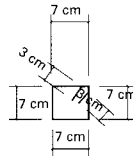
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : 15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60 cm
- Total kebutuhan besi begel : 5 bh x 60 cm = 300 cm (3 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah 3 : 12 = 0,25 batang

Kolom dan balok tangga tipe 2

Jumlah kolom bawah = 8 bh



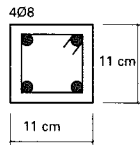
- Panjang besi kolom = 367 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø8
- Panjang besi Ø8 = 4 bh x 367 cm = 1.468 cm (14,68 m)
- Total panjang besi Ø8 = 14,68 : 12 = 1,23 batang



- Ukuran begel Ø6 mm
- Panjang besi begel = 7 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 = 34 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 34 cm = 578 cm (5,78 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 5,78 : 12 = 0,49 batang



Bentuk begel/cincin



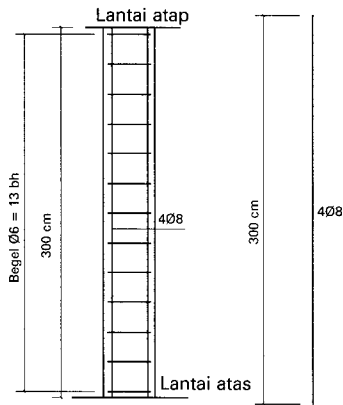
Potongan kolom KP

Jumlah kolom KP 8 bh

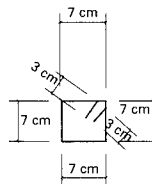
Total kebutuhan besi Ø8 = 8 bh x 1,23 = 9,84 batang

Total kebutuhan besi begel Ø6 = 8 bh x 0,49 = 3,92 batang

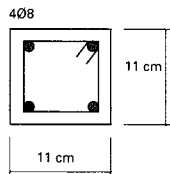
Jumlah kolom atas = 14 bh



- Panjang besi kolom = 300 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø8
- Panjang besi Ø8 = 4 bh x 300 cm = 1.200 cm (12 m)
- Total panjang besi Ø6 = 12 : 12 = 1 batang



- Ukuran begel Ø6 mm
- Panjang besi begel = 7 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 = 34 cm
- Jumlah begel per kolom = 15 bh
- Panjang besi begel = 15 bh x 34 cm = 510 cm (5,10 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 5,1 : 12 = 0,43 batang



Potongan kolom KP1

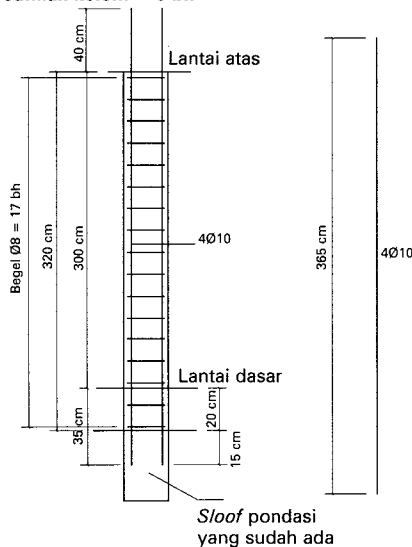
Jumlah kolom K1 14 bh

Total panjang besi Ø8 = 14 bh x 1 = 14 batang

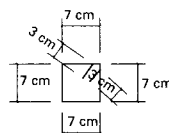
Total kebutuhan besi begel Ø6 = 14 bh x 0,43 = 6,02 batang

Kolom KP bawah dan atas

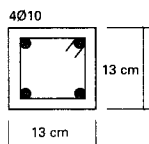
Jumlah kolom = 5 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø10
- Panjang besi Ø10 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø10 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 48 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 48 cm = 816 cm (8,16 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 8,16 : 12 = 0,68 batang



Potongan kolom K2



Bentuk begel / cincin

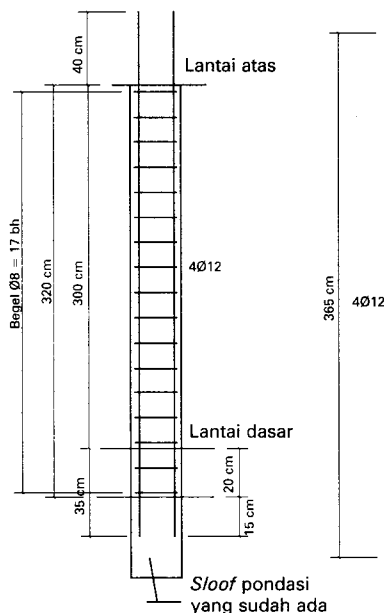
Jumlah kolom KP2 6 bh

Total panjang besi Ø10 = 6 bh x 1,22 = 7,32 batang

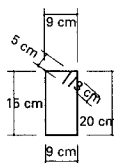
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 6 bh x 0,68 = 4,08 batang

Penampang kolom K2, 13 x 13

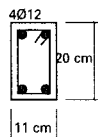
Jumlah kolom = 3 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø12
- Panjang besi Ø12 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø12 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 20 + 20 + 9 + 9 + 5 + 5 = 68 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 68 cm = 1.156 cm (11,56 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 11,56 : 12 = 0,97 batang



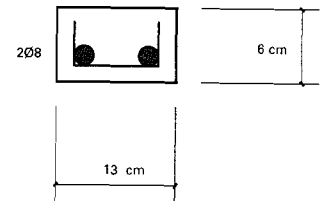
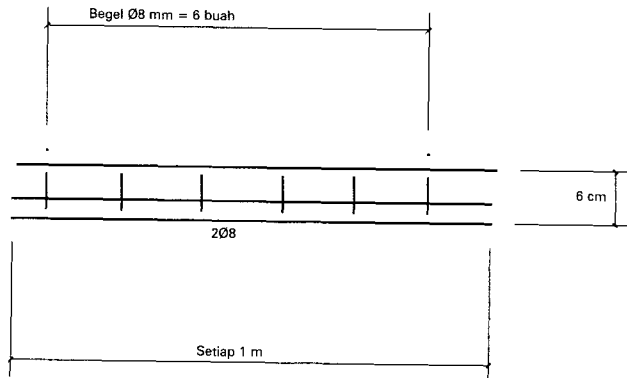
Potongan kolom K3

Jumlah kolom K5 3 bh

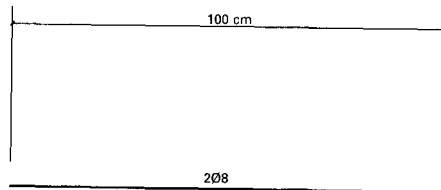
Total panjang besi Ø12 = 3 bh x 1,22 = 3,66 batang

Total kebutuhan besi begel Ø8 = 3 bh x 0,97 = 2,91 batang

Penampang kolom K5, 13 x 20



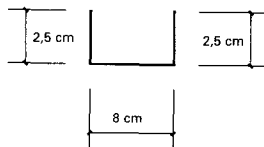
Ukuran balok



Bentuk begel/cincin

Besi bawah

Keperluan Ø8 untuk setiap 1 m balok :
 $\text{Ø8} = \text{panjang } 100 \text{ cm (1 m)}$
 $2 \times 1 = 2 \text{ m}$

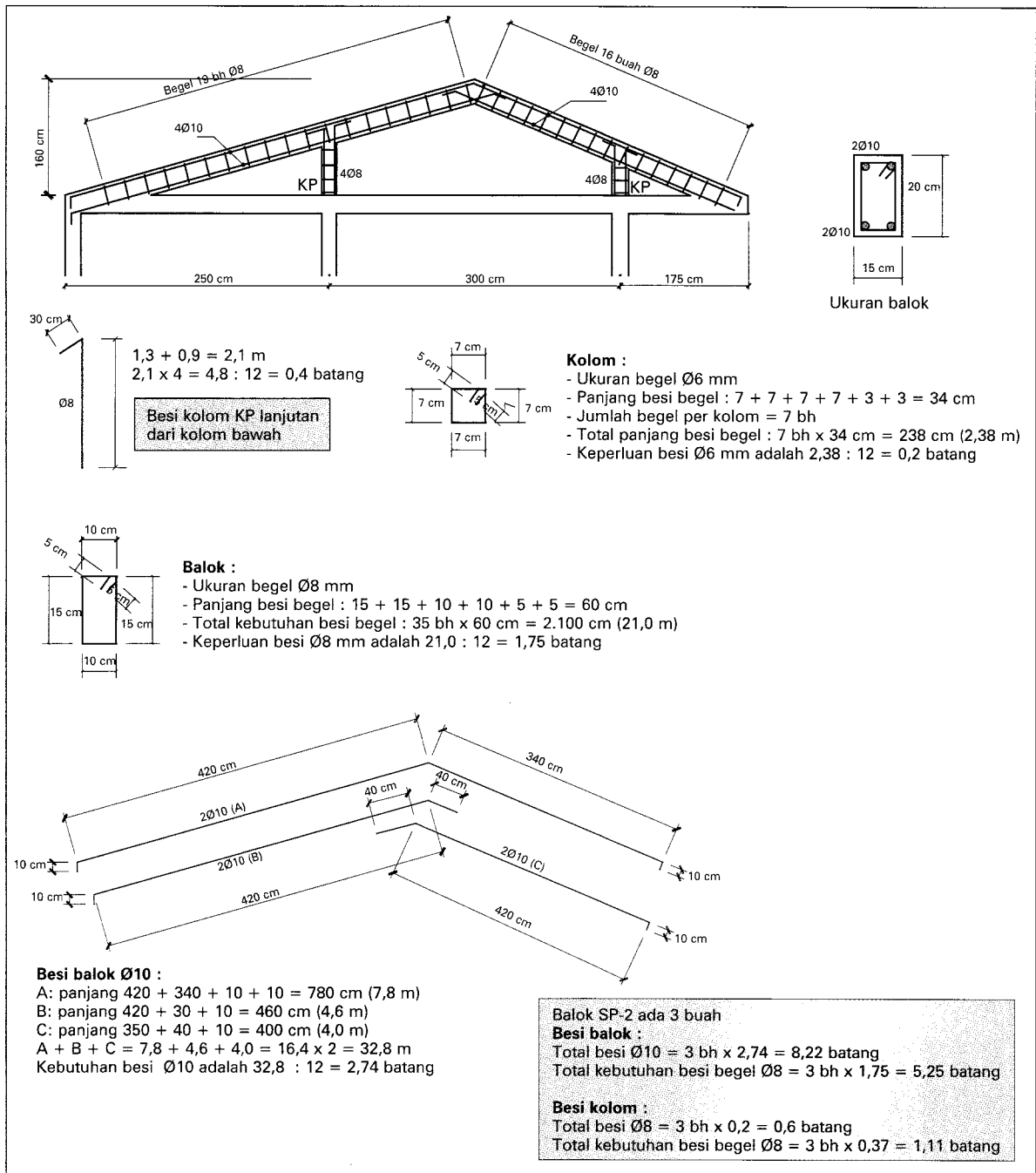


Keperluan begel untuk setiap 1 m balok :
 Ukuran begel Ø6 mm
 Panjang besi begel : $8 + 2,5 + 2,5 = 13 \text{ cm}$
 Total panjang besi begel : $6 \text{ bh} \times 13 \text{ cm} = 78 \text{ cm (0,78 m)}$

Keperluan besi untuk seluruh balok :
 Ukuran balok RB-1 = 36 m
 Panjang besi Ø6 : $36 \times 2 = 72 \text{ m}$
 Kebutuhan besi Ø6 = $70 : 12 \text{ bh} = 5,84 \text{ batang}$

Keperluan begel untuk seluruh balok :
 Panjang balok RB-1 = 35 m
 Kebutuhan begel Ø8 : $36 \times 6 \text{ bh} = 216 \text{ bh}$
 Panjang begel seluruhnya = $216 \text{ bh} : 13 \text{ cm} = 2.808 \text{ cm (28,08 m)}$
 Kebutuhan besi Ø8 = $28,08 : 12 \text{ bh} = 2,34 \text{ batang}$

Penampang balok RB-2, 13 x 6



Penampang balok sopi-sopi SP-02 15 x 20

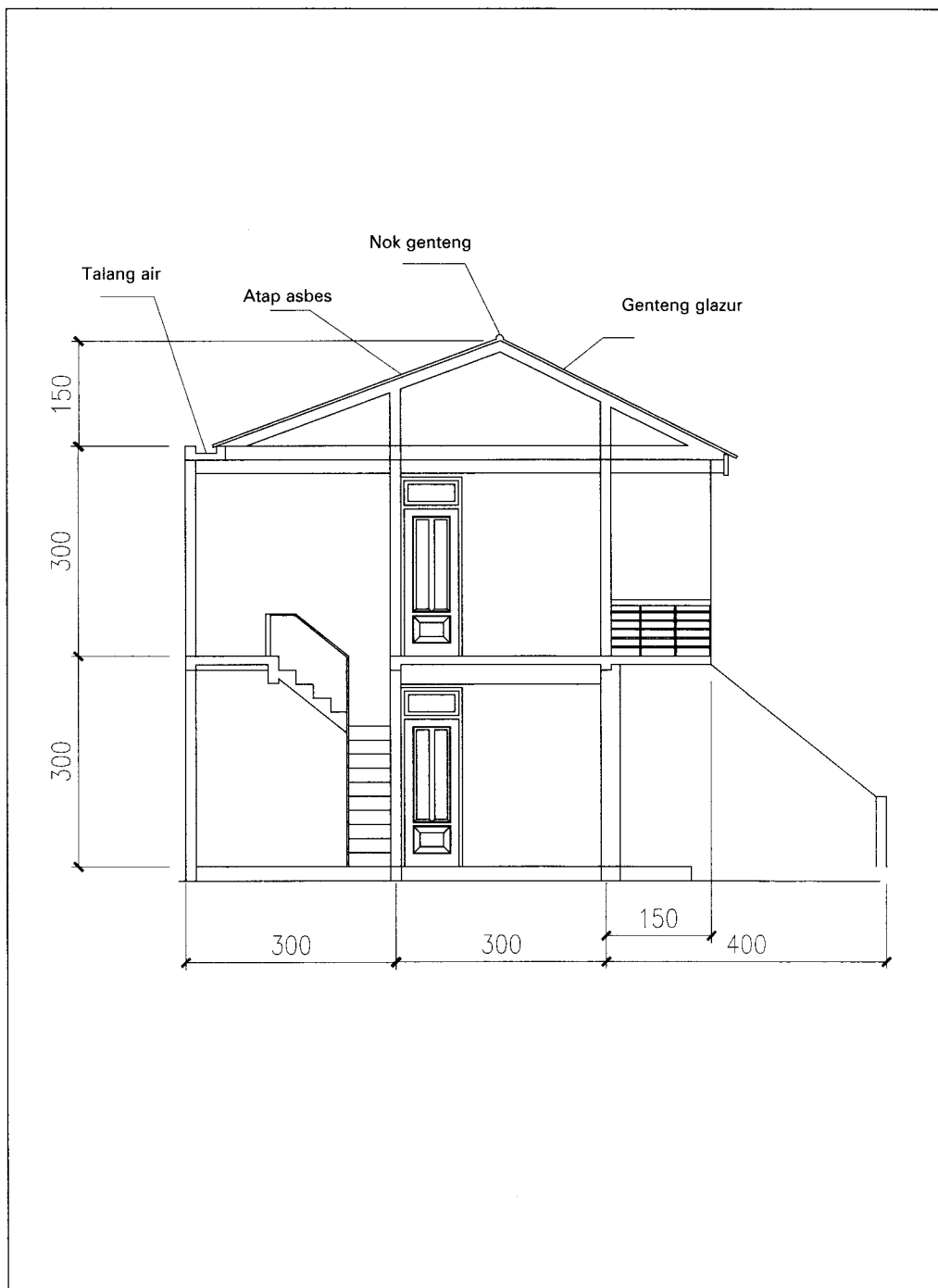
D. Meningkatkan Rumah Tipe 21/60 m (6 m x 10 m)

Untuk meningkatkan rumah tipe 21 memerlukan besi untuk struktur sebagai berikut.

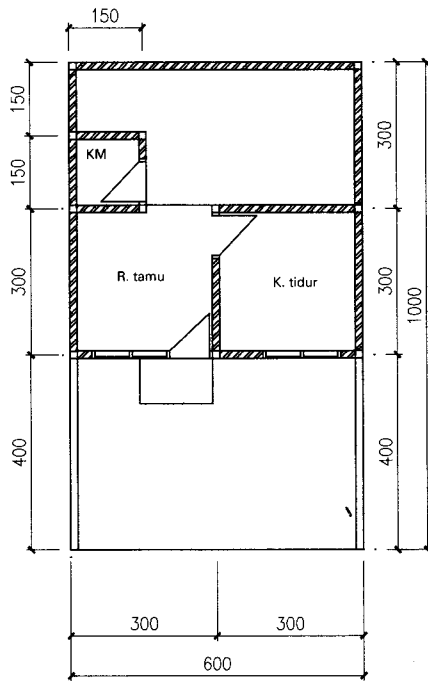
- ❖ Volume bahan lantai atas memakai sistem keraton.
- ❖ Pemakaian keraton sebanyak 32 m² (1 m² = 18 buah).
- ❖ Pemakaian besi beton Ø8 mm sebanyak 54 batang.

| No | Diameter besi (mm) | Kebutuhan (batang) | Faktor terbuang 5% | Jumlah (batang) | Kebutuhan final (batang) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 8,08 | 0,4 | 8,48 | 9 |
| 2 | 8 | 50,81 | 2,54 | 53,35 | 53 |
| 3 | 10 | 24,49 | 1,23 | 25,72 | 26 |
| 4 | 12 | 46,58 | 2,33 | 48,91 | 49 |

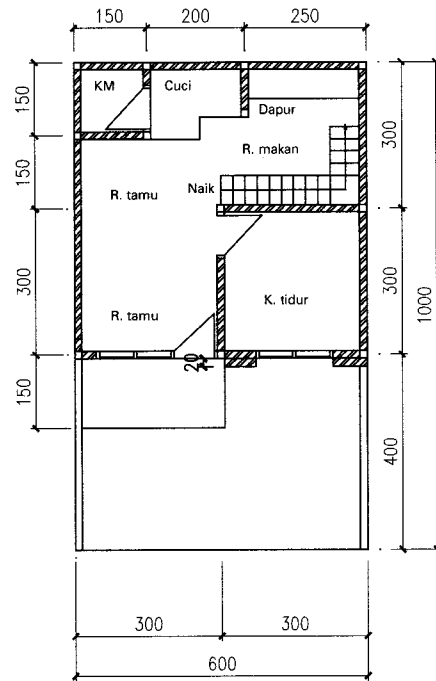




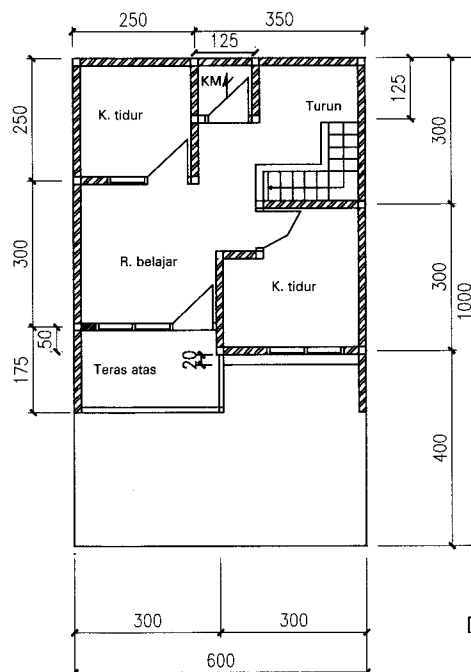
Potongan memanjang



Denah lantai bawah (asli)
sebelum direnovasi



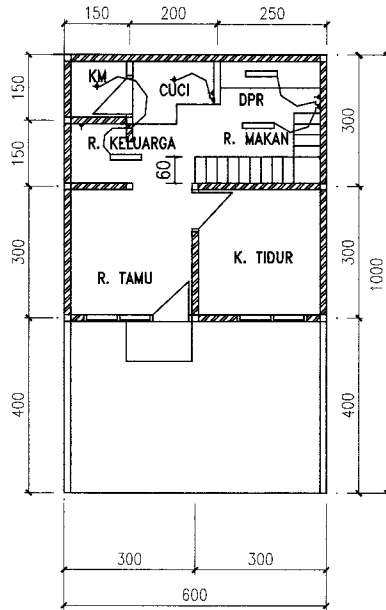
Denah lantai bawah (baru)
sesudah direnovasi



Denah lantai atas

MATERIAL LISTRIK BAWAH

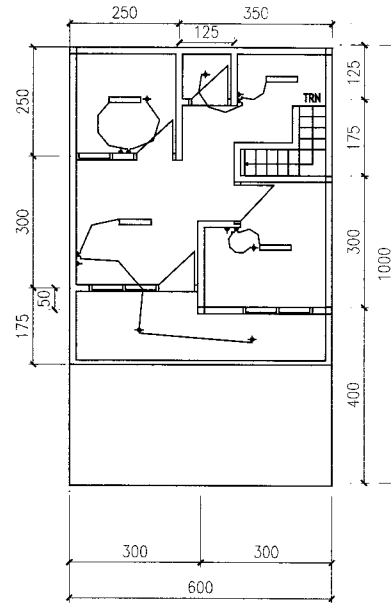
| | |
|----------------|-----|
| LP. NEON 10 W | 3BH |
| LP. PIJAR SW | 3BH |
| SAKLAR TUNGGAL | 1BH |
| SAKLAR DOBEL | 2BH |
| STOP KONTAK | 3BH |



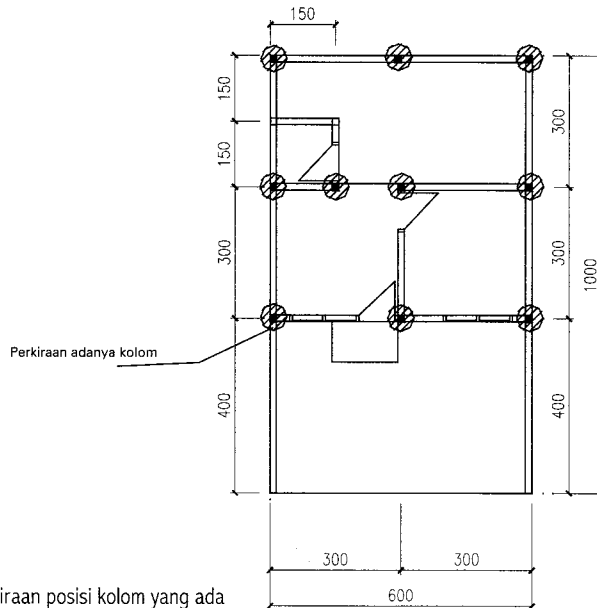
Denah instalasi listrik bawah

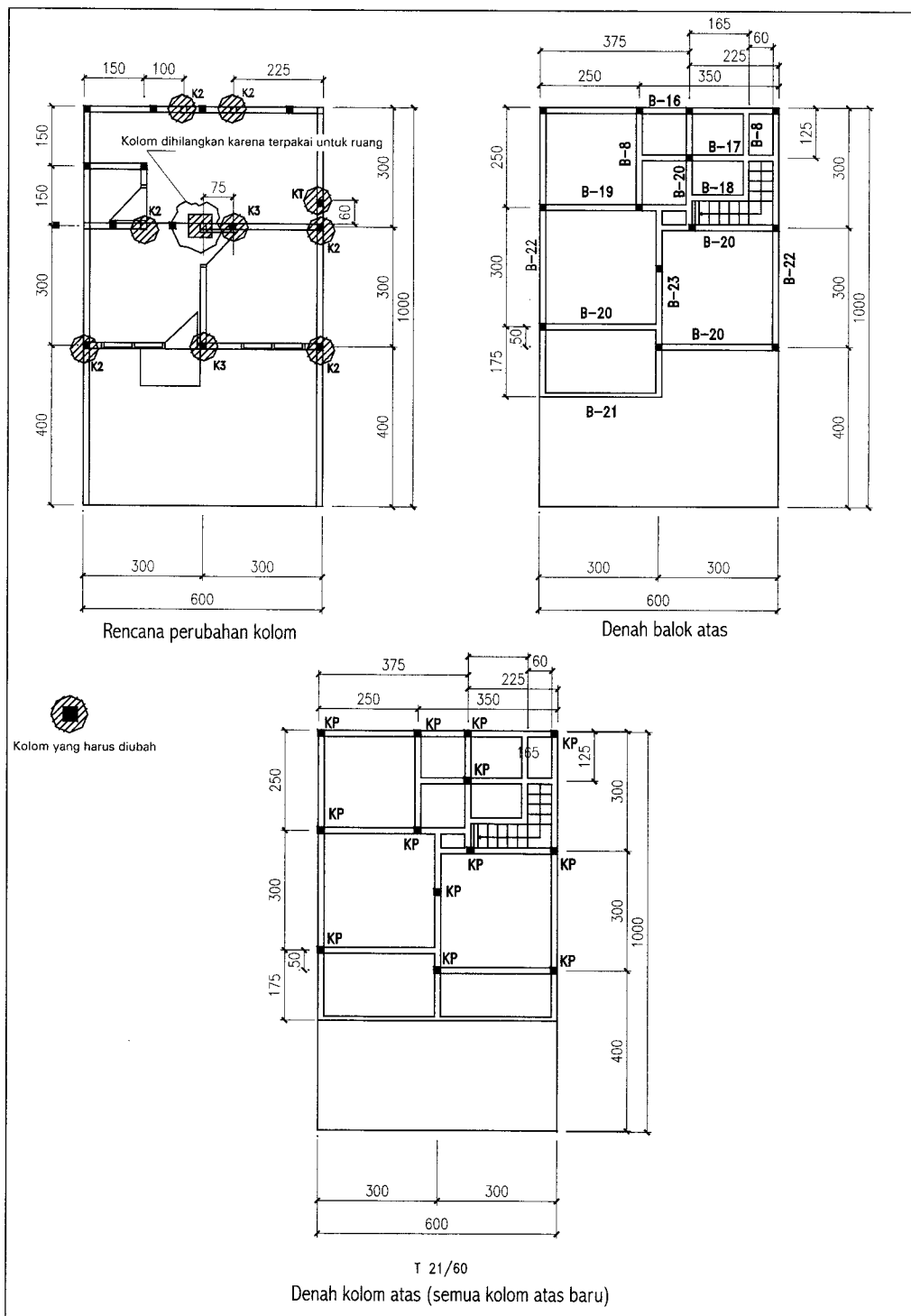
MATERIAL LISTRIK ATAS

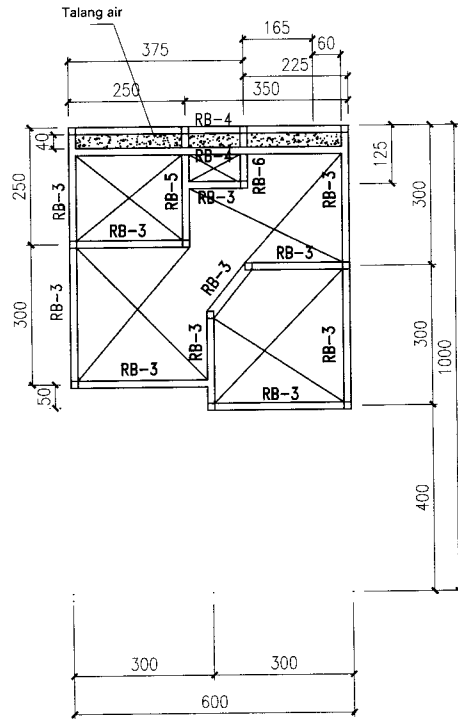
| | |
|----------------|-----|
| LP. NEON 10 W | 4BH |
| LP. PIJAR SW | 5BH |
| SAKLAR TUNGGAL | 4BH |
| SAKLAR DOBEL | 4BH |
| STOP KONTAK | 4BH |



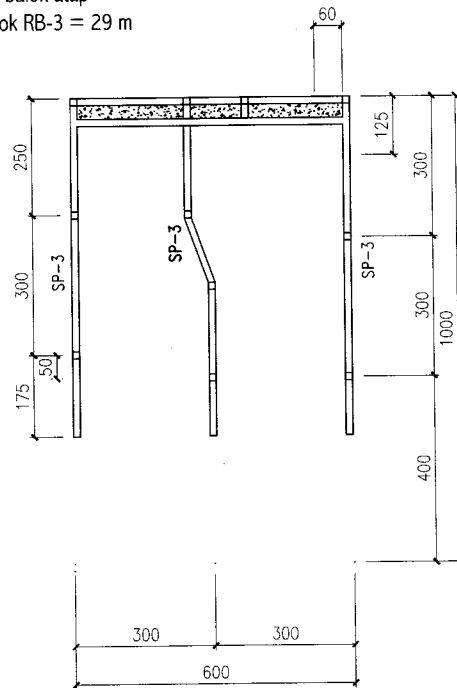
Denah instalasi listrik atas



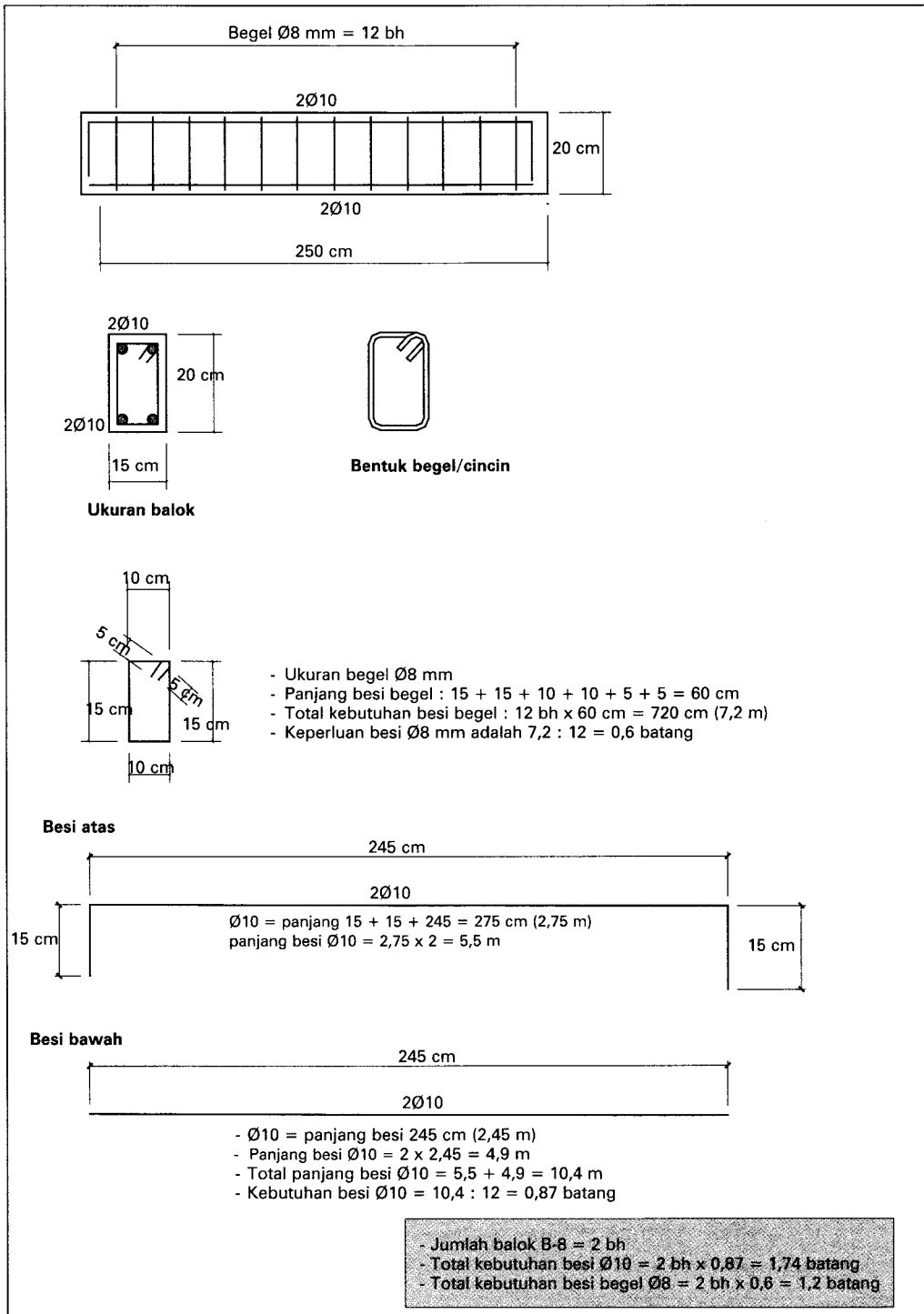




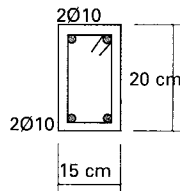
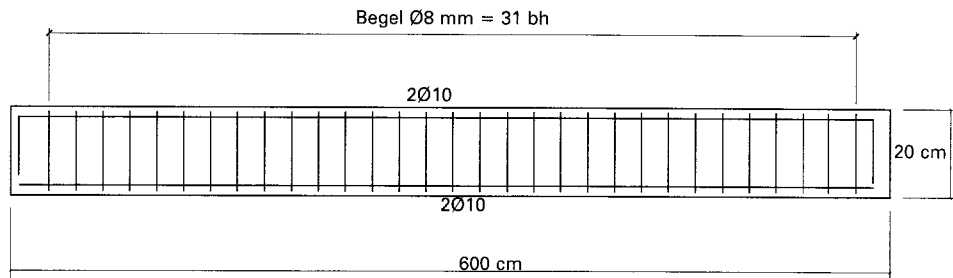
Denah balok atap
panjang balok RB-3 = 29 m



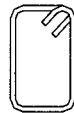
Denah balok sopi-sopi



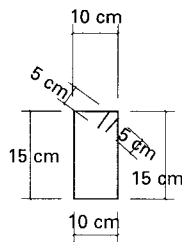
Penampang balok B-8 15 x 20



Ukuran balok

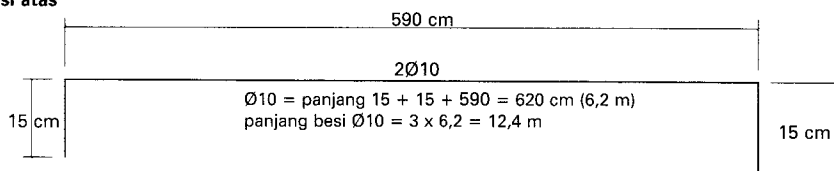


Bentuk begel/cincin

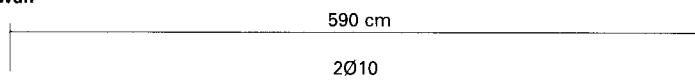


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $31 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 1.860 \text{ cm}$ (18,6 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $18,6 : 12 = 1,55$ batang

Besi atas

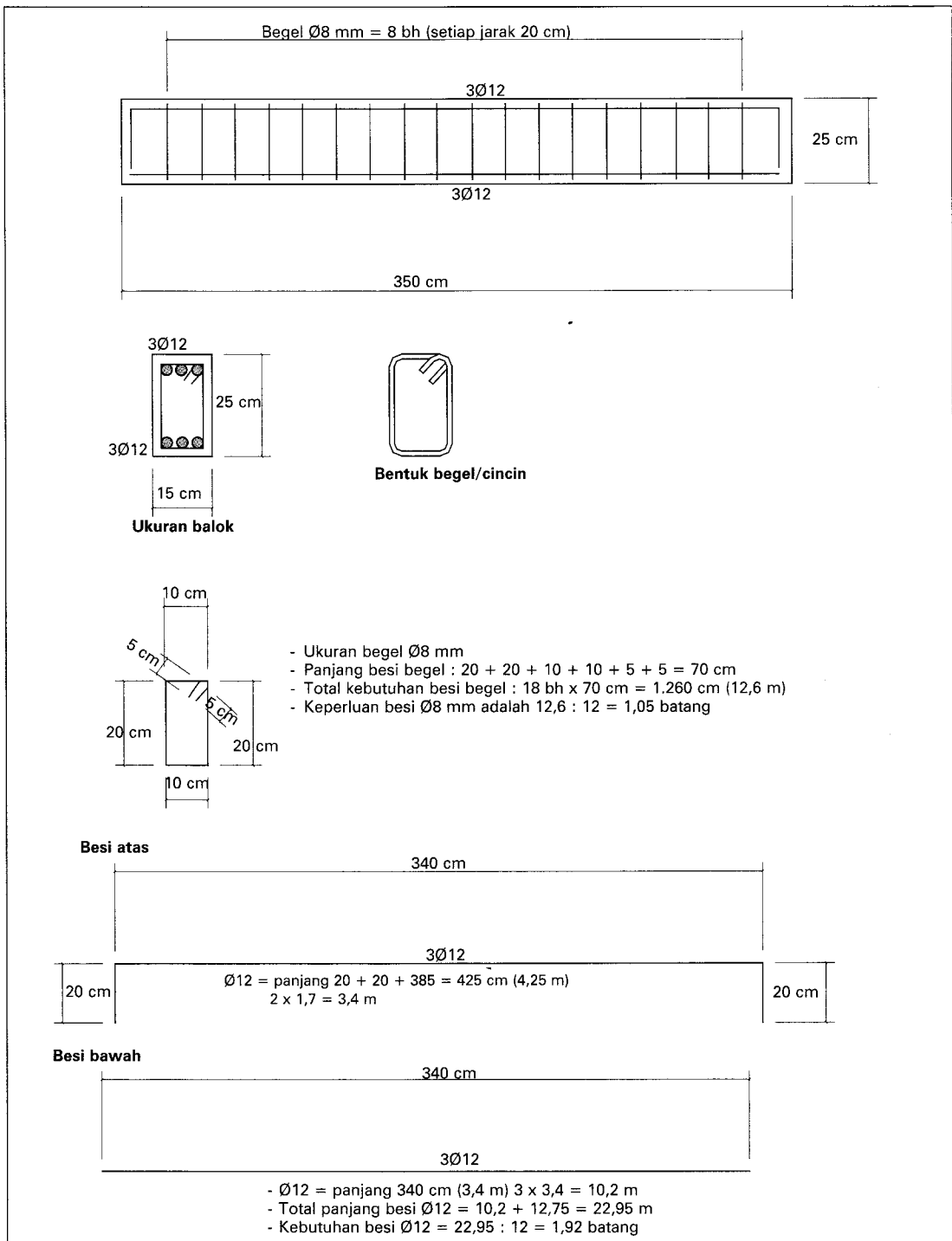


Besi bawah

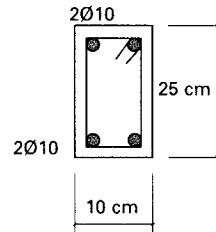
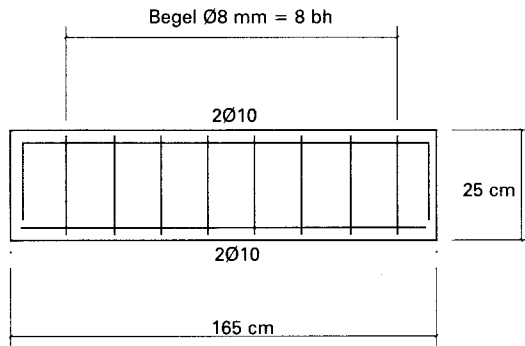


- Ø10 = panjang 590 cm (5,9 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 5,9 = 11,8$ m
- Total panjang besi Ø10 = $12,4 + 11,8 = 24,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $24,2 : 12 = 2,02$ batang

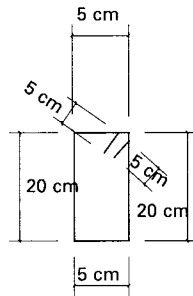
Penampang balok B-16 15 x 20



Penampang balok B-17 15 x 25

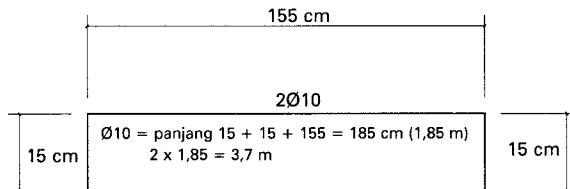


Ukuran balok

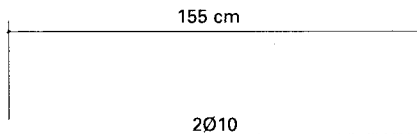


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 5 + 5 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $8 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 0,4$ batang

Besi atas

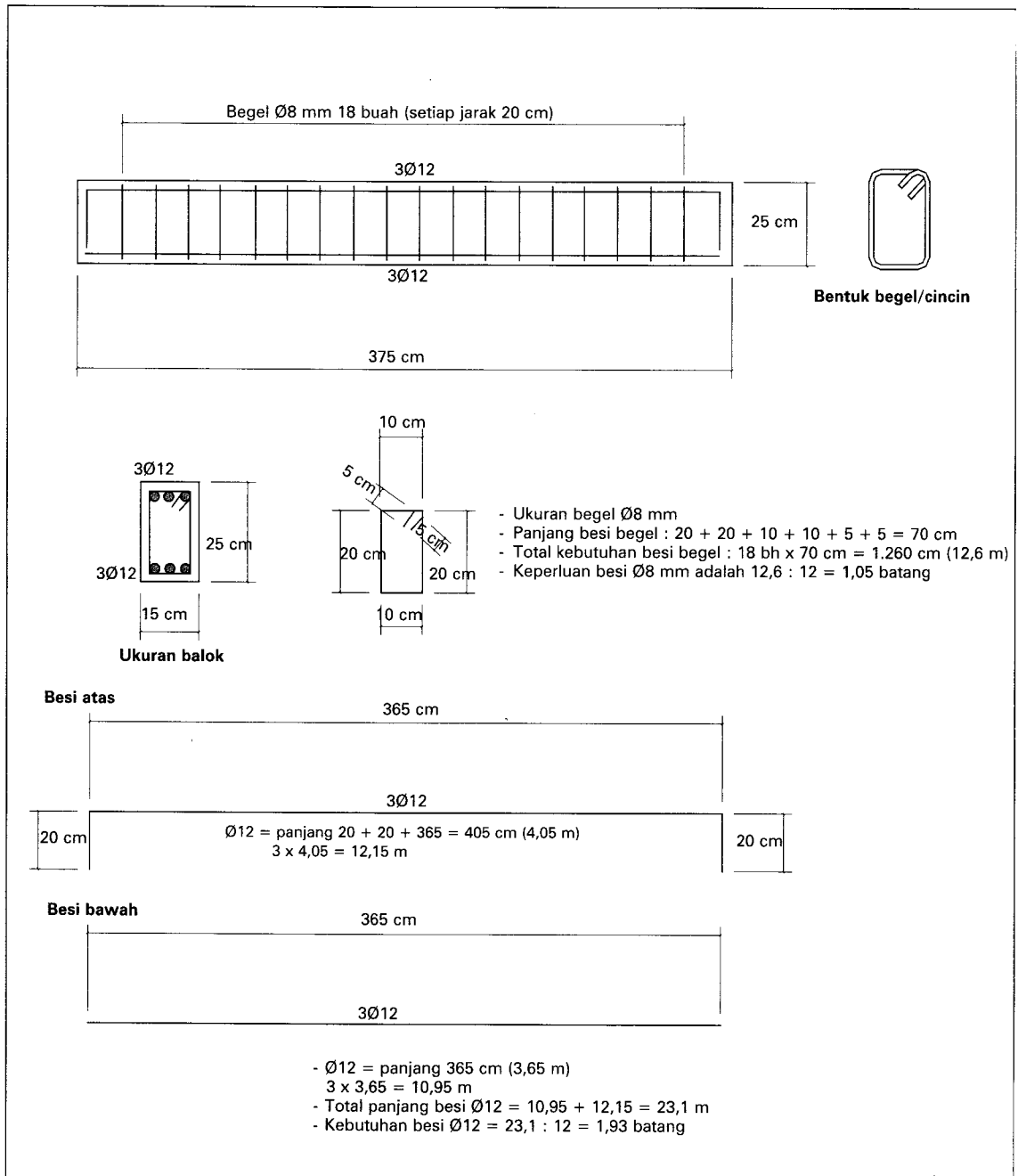


Besi bawah

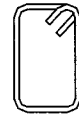
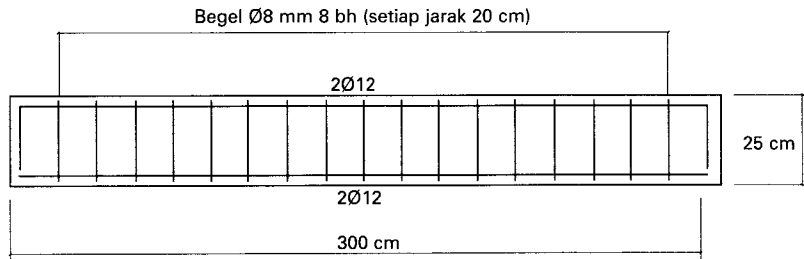


- Ø10 = panjang 155 cm (1,55 m)
- $2 \times 1,55 = 3,1$ m
- Total panjang besi Ø10 = $3,7 + 3,1 = 6,8$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $6,8 : 12 = 0,57$ batang

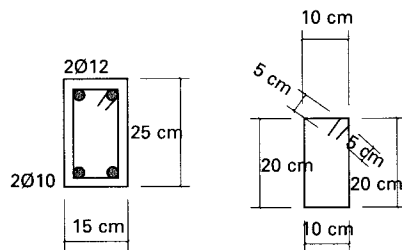
Penampang balok B-18 10 x 25



Penampang balok B-19 15 x 25

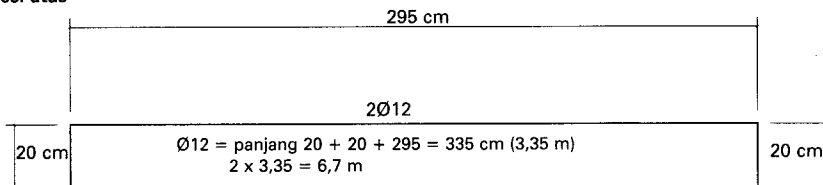


Bentuk begel/cincin

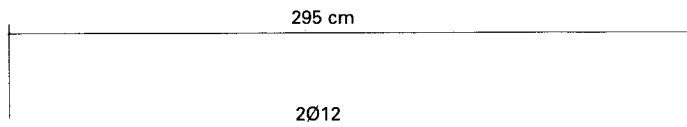


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $17 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.190 \text{ cm}$ (11,9 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $11,9 : 12 = 1,0$ batang

Besi atas



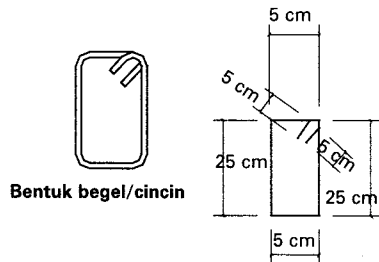
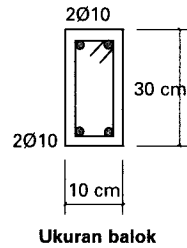
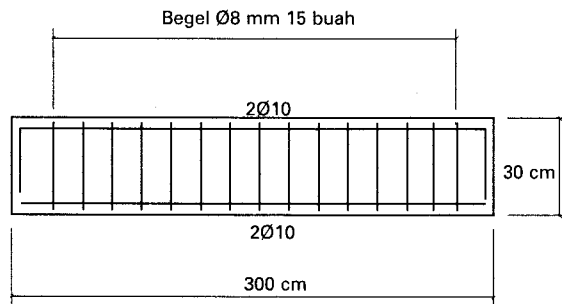
Besi bawah



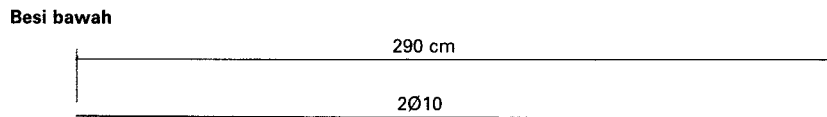
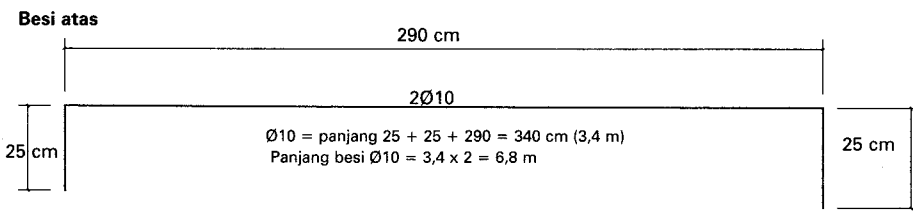
- Ø12 = panjang 295 cm (2,95 m)
- $2 \times 2,95 = 5,9 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø12 = $6,7 + 5,9 = 12,6 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø12 = $12,6 : 12 = 1,05$ batang

- Balok B20 ada 4 bh
- Total kebutuhan besi Ø12 = $5 \text{ bh} \times 1,05 = 4,2$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $4 \text{ bh} \times 1,0 = 4,0$ batang

Penampang balok B-20 15 x 25

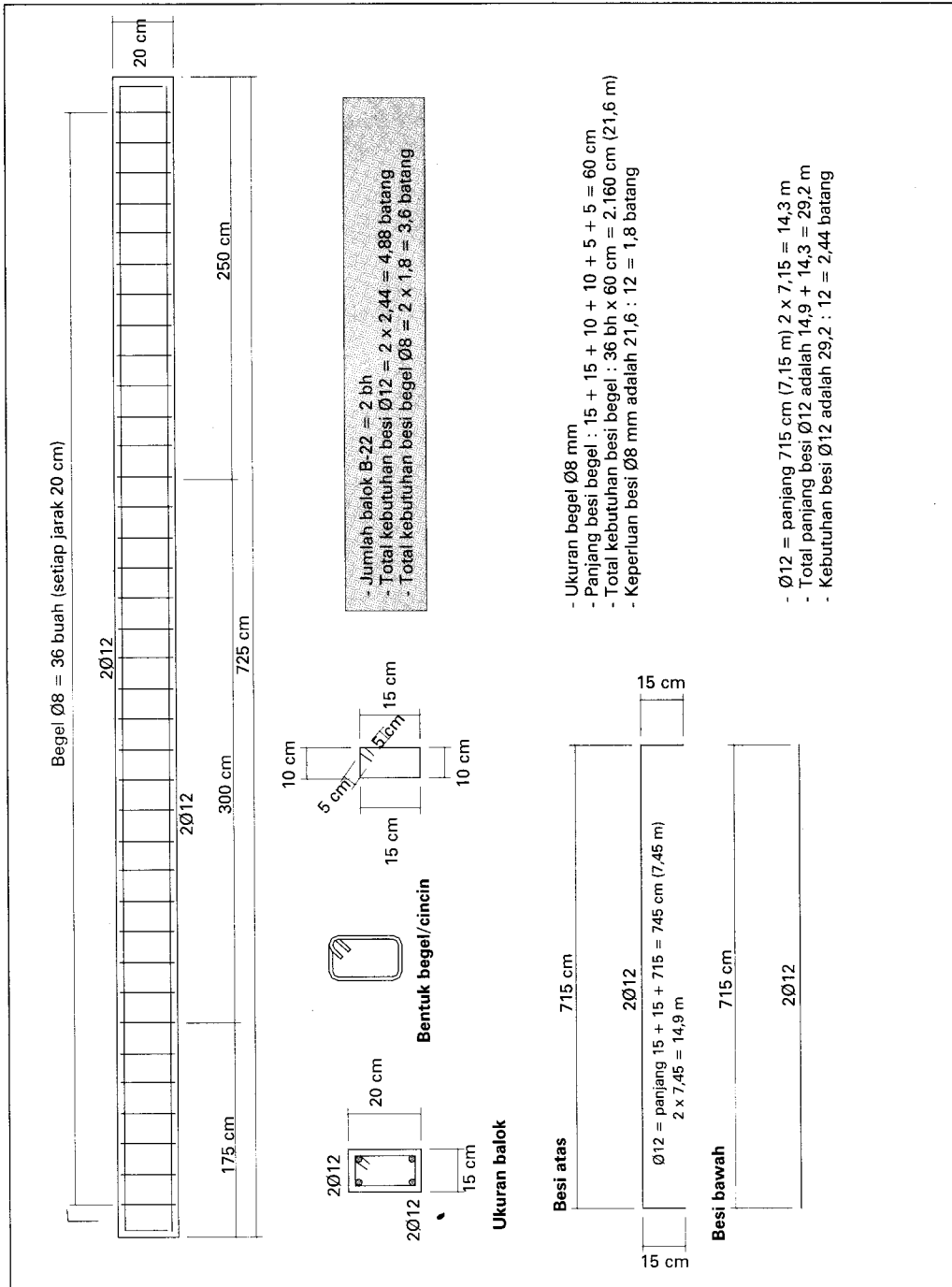


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $25 + 25 + 5 + 5 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $15 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.050 \text{ cm} (10,5 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $10,5 : 12 = 0,88$ batang

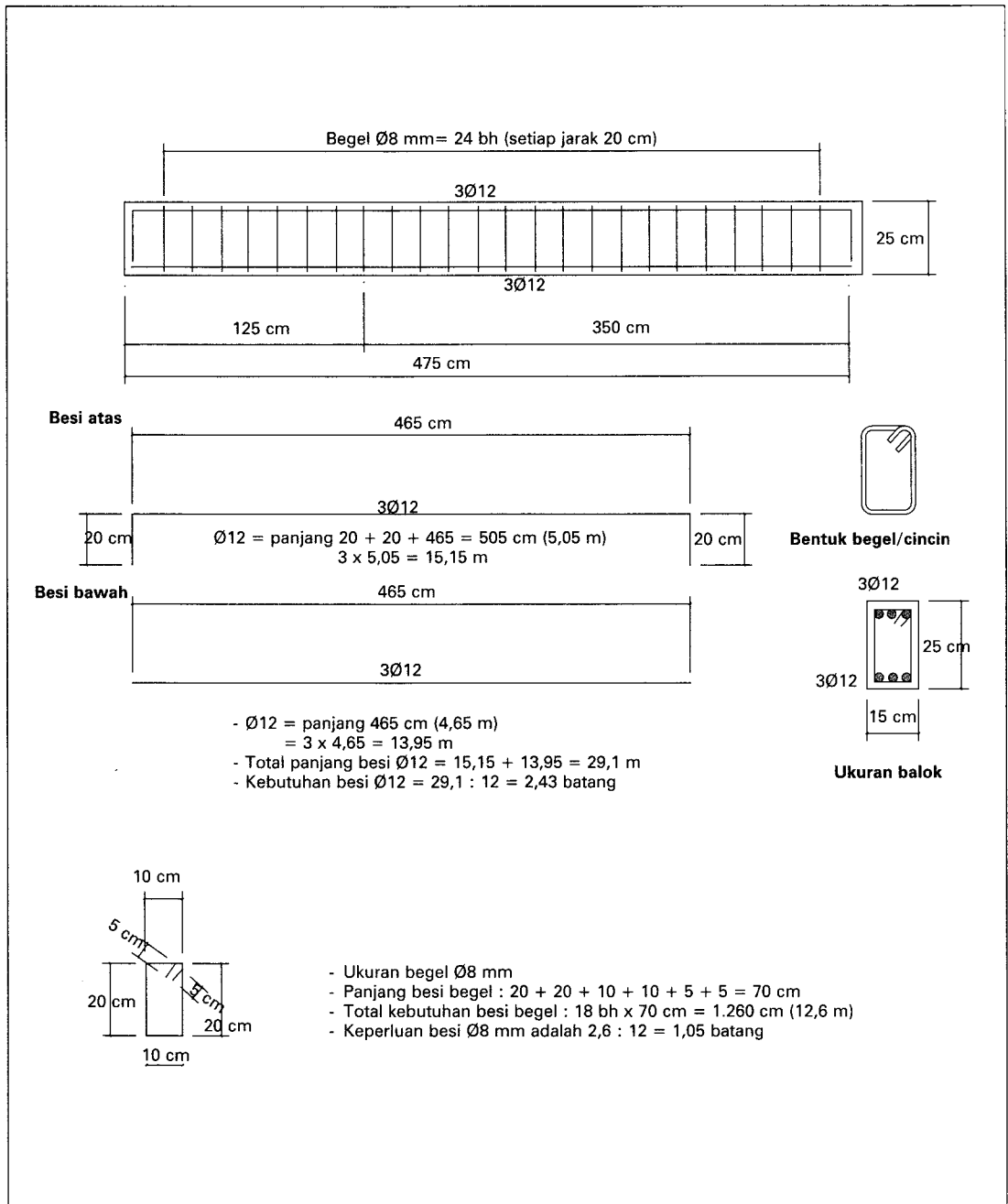


- Ø10 = panjang 290 cm (2,9 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 2,9 = 5,8$ m
- Total panjang besi Ø10 = $6,8 + 5,8 = 12,6$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $12,6 : 12 = 1,05$ batang

Penampang balok B-21 10 x 30

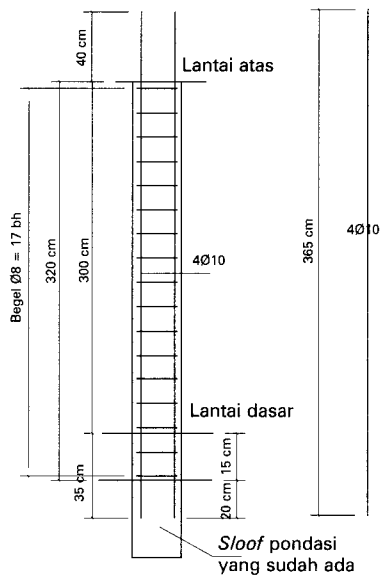


Penampang balok B-22 15 x 20

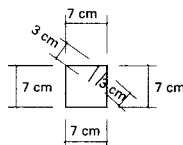


Penampang balok B-23 15 x 25

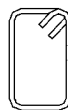
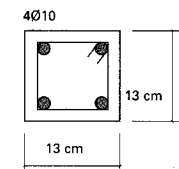
Jumlah kolom = 6 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø10
- Panjang besi Ø10 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø10 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 48 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 48 cm = 816 cm (8,16 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 8,16 : 12 = 0,68 batang



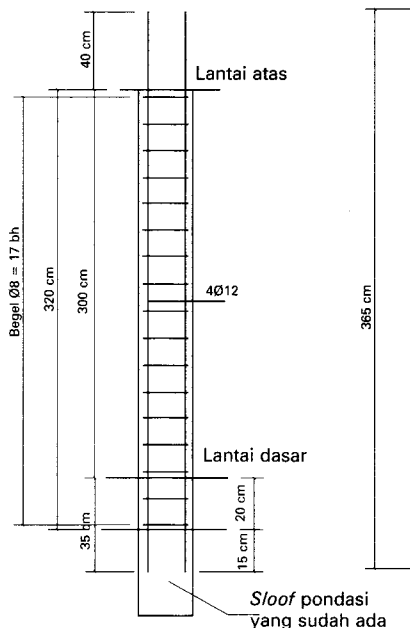
Bentuk begel / cincin

Potongan kolom KP2

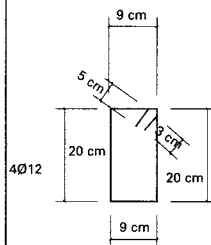
Jumlah kolom K2, 6 bh
Total panjang besi Ø10 = 6 bh x 1,22 = 7,32 batang
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 6 bh x 0,68 = 4,08 batang

Penampang kolom K2, 13 x 13

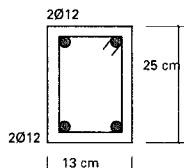
Jumlah kolom = 2 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø12
- Panjang besi Ø12 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø12 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 20 + 20 + 9 + 9 + 5 + 5 = 68 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 68 cm = 1.156 cm (11,56 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 11,56 : 12 = 0,97 batang

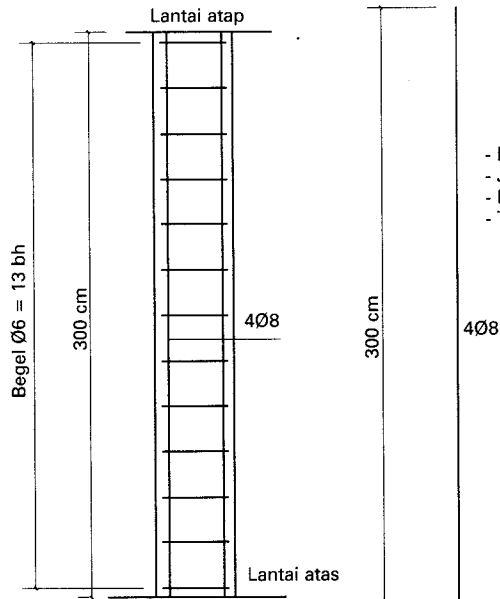


Jumlah kolom K3, 2 bh
Total panjang besi Ø12 = 2 bh x 1,22 = 2,44 batang
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 2 bh x 0,97 = 1,94 batang

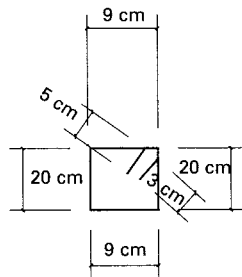
Potongan kolom K3

Penampang kolom K3, 13 x 25

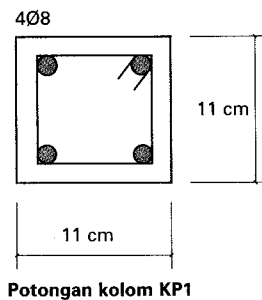
Jumlah kolom atas = 14 bh



- Panjang besi kolom = 300 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø8
- Panjang besi Ø8 = 4 bh x 300 cm = 1.200 cm (12 m)
- Total panjang besi Ø8 = 12 : 12 = 1 batang

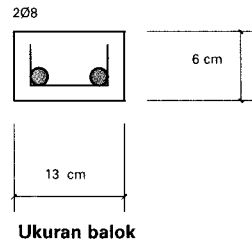


- Ukuran begel Ø6 mm
- Panjang besi begel = 7 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 = 34 cm
- Jumlah begel per kolom = 15 bh
- Panjang besi begel = 15 bh x 34 cm = 510 cm (5,1 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 5,1 : 12 = 0,43 batang

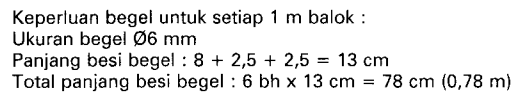


Jumlah kolom KP 13 bh
Total kebutuhan besi Ø8 = 13 bh x 1 = 13 batang
Total kebutuhan besi begel Ø6 = 13 bh x 0,43 = 5,59 batang

Penampang kolom KP, 11 x 11

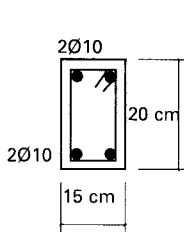
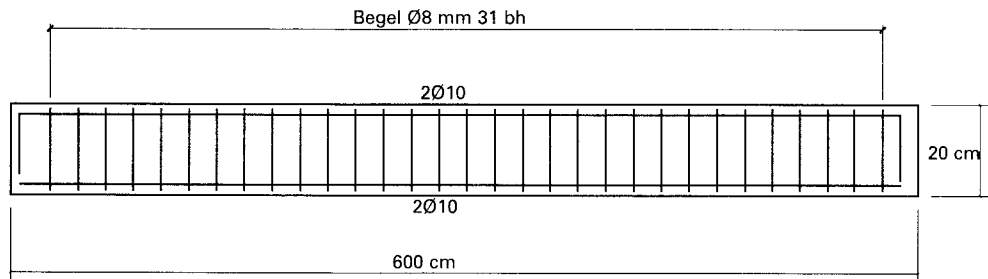


Bentuk begel/cincin

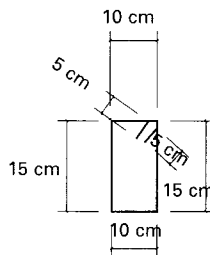


Keperluan begel untuk seluruh balok :
 Panjang balok RB-3 = 29 m
 Kebutuhan begel $\phi 6$: $29 \times 6 \text{ bh} = 174 \text{ bh}$
 Panjang begel seluruhnya = $174 \text{ bh} : 13 \text{ cm} = 2.262 \text{ cm}$ (22,62 m)
 Kebutuhan besi $\phi 6$ = $22,62 : 12 \text{ bh} = 1,89 \text{ batang}$

griya kreasi __ 9 TEKNIK MENINGKAT RUMAH __ Meningkatkan Rumah pada Berbagai Tipe Rumah



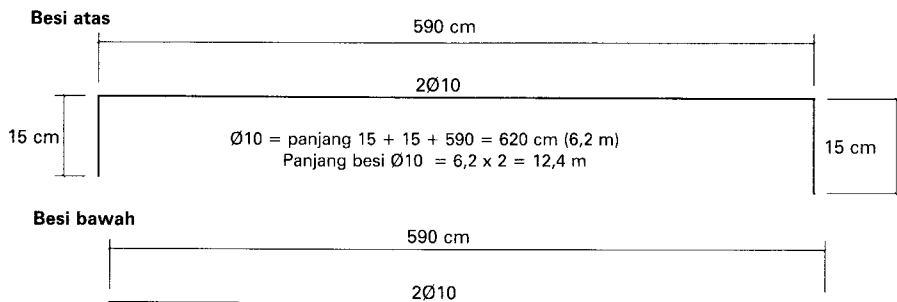
Ukuran balok



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $31 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 1.860 \text{ cm}$ (18,6 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $18,6 : 12 = 1,55$ batang



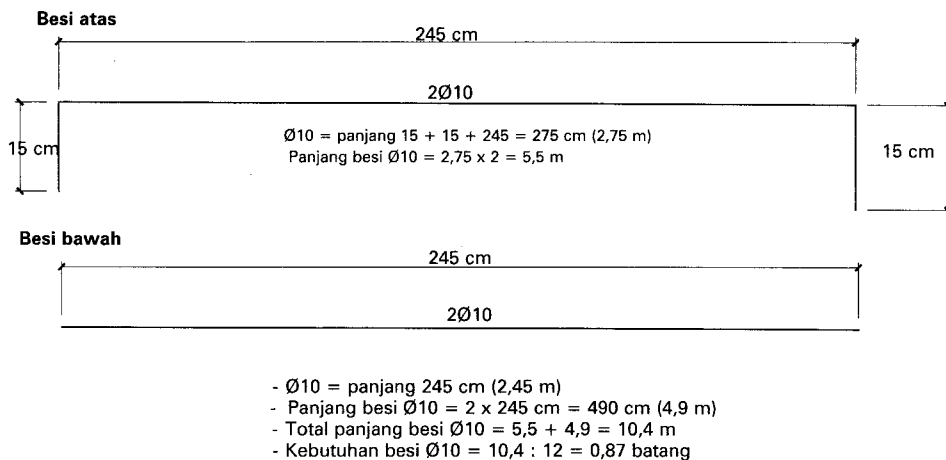
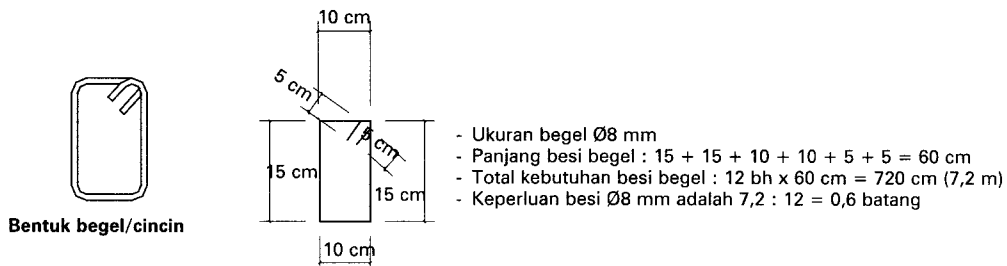
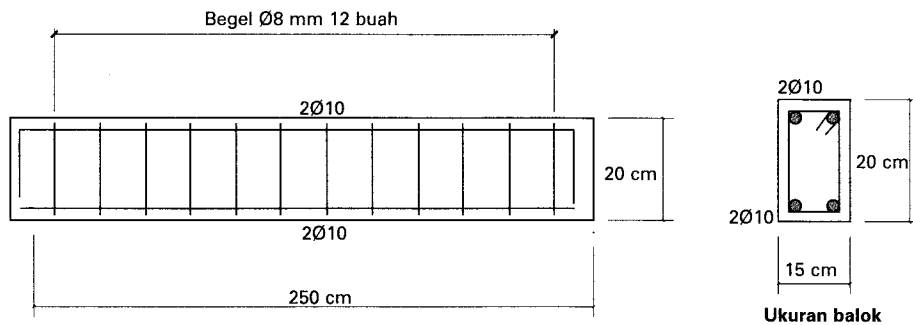
Bentuk begel/cincin



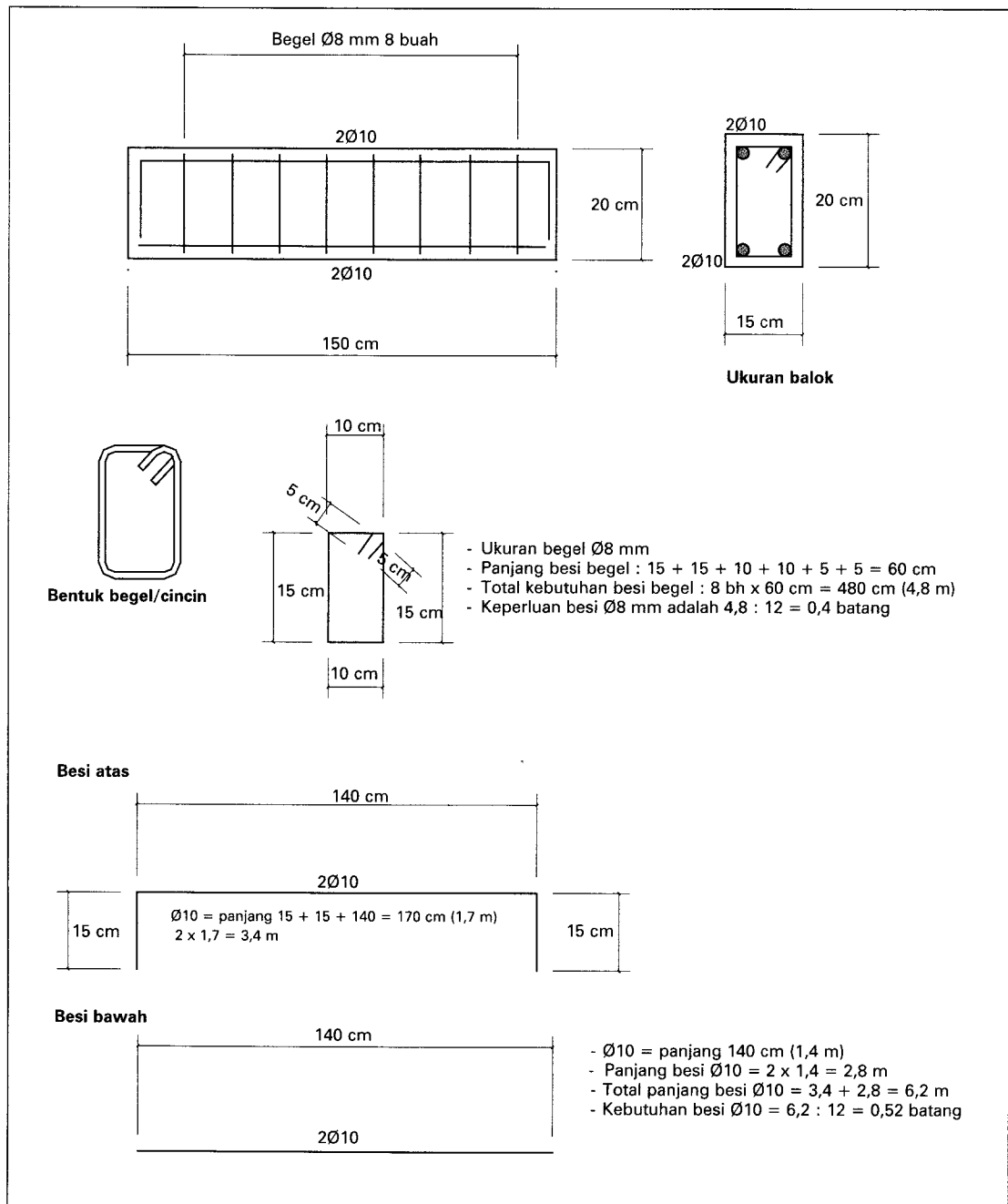
- Ø10 = panjang 590 cm (5,9 m)
- panjang besi Ø10 = $2 \times 590 \text{ cm} = 1.180 \text{ m}$ (11,8 m)
- Total panjang besi Ø10 = $12,4 + 11,8 = 24,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $24,2 : 12 = 2,02$ batang

- Jumlah balok RB-4 = 2 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $2 \text{ bh} \times 2,02 = 4,04$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $2 \text{ bh} \times 1,55 = 3,1$ batang

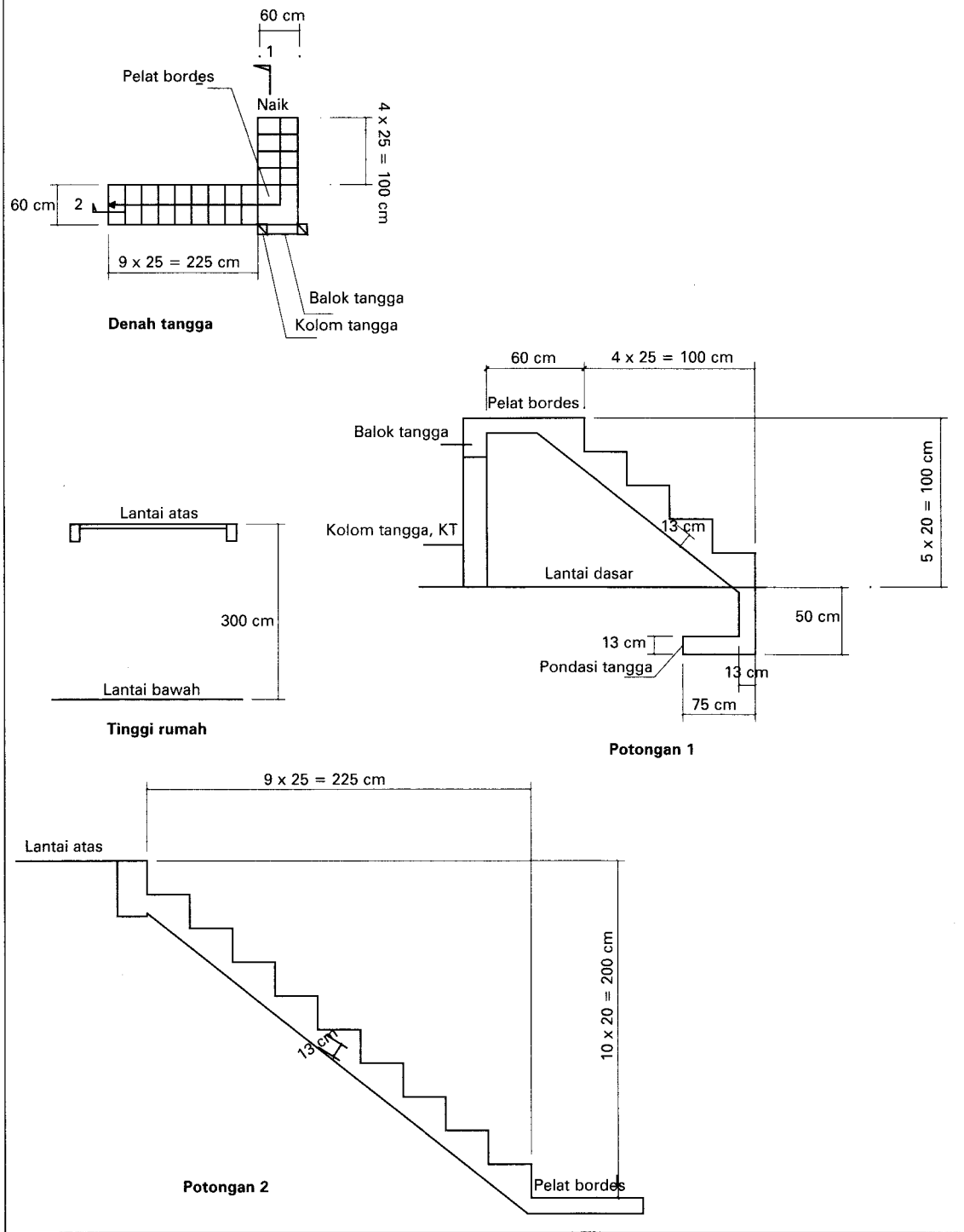
Penampang balok RB-4 15 x 20



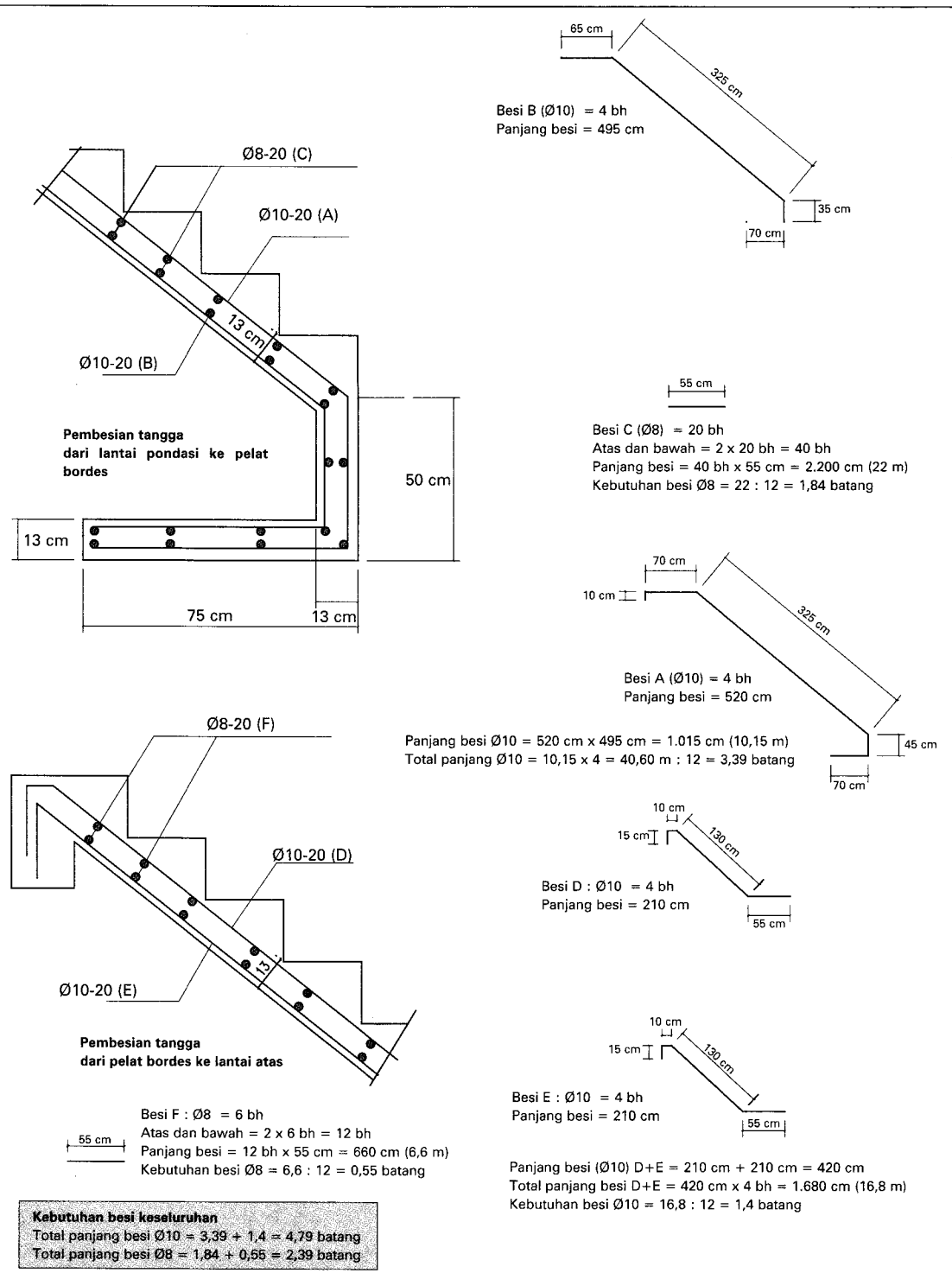
Penampang balok RB-5 15 x 20



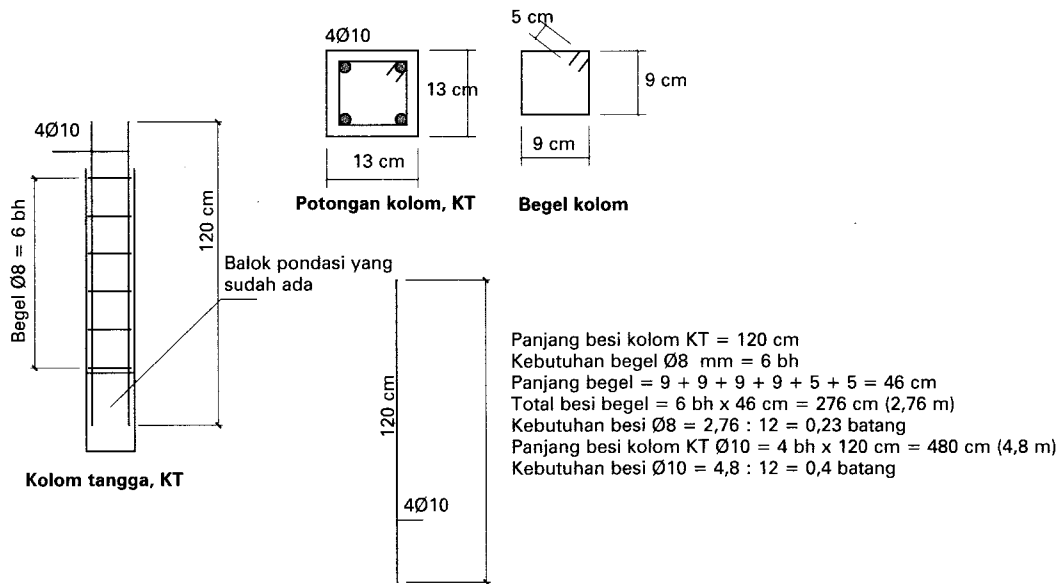
Penampang balok RB-6 15 x 20



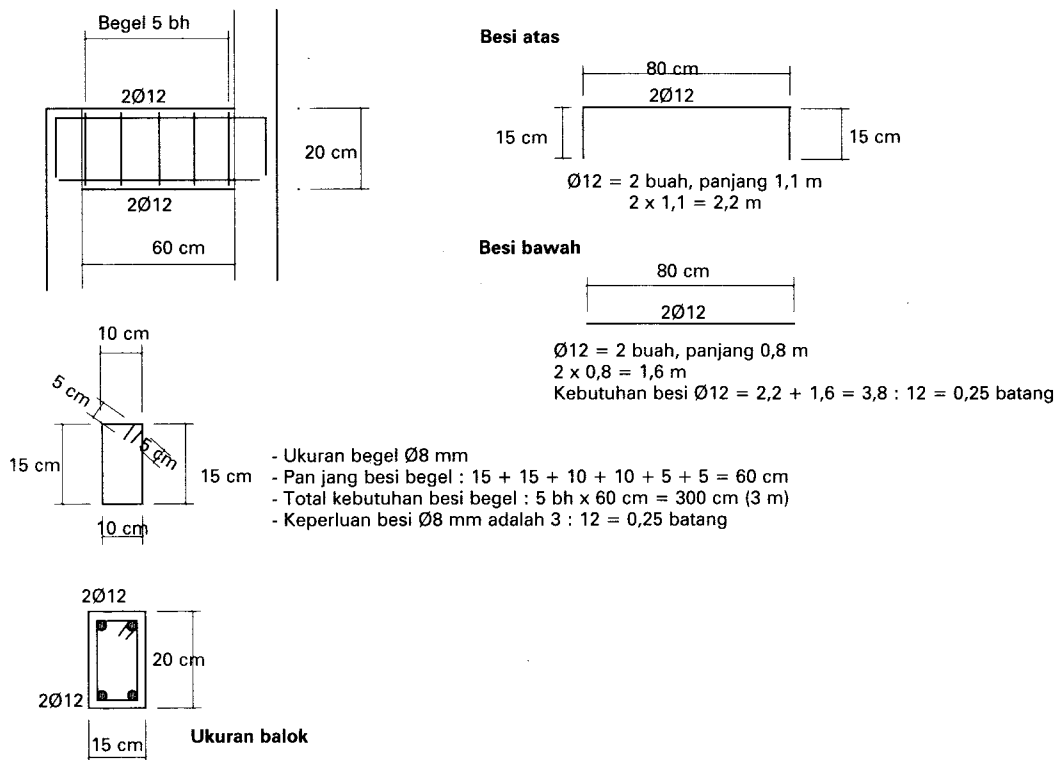
Tangga tipe 2



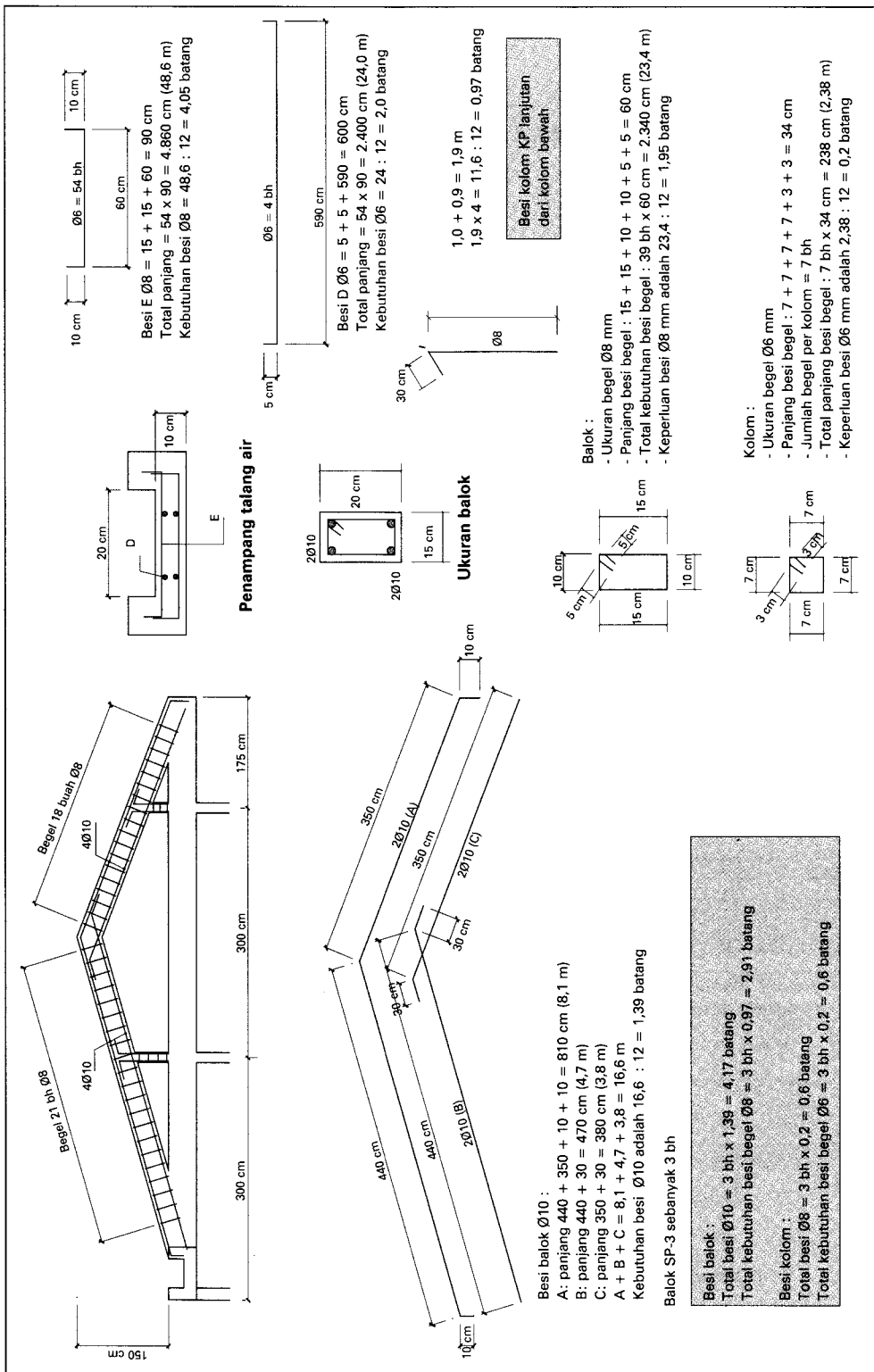
Besi tangga tipe 2



Penampang balok tangga 15 x 20



Kolom dan balok tangga tipe 2



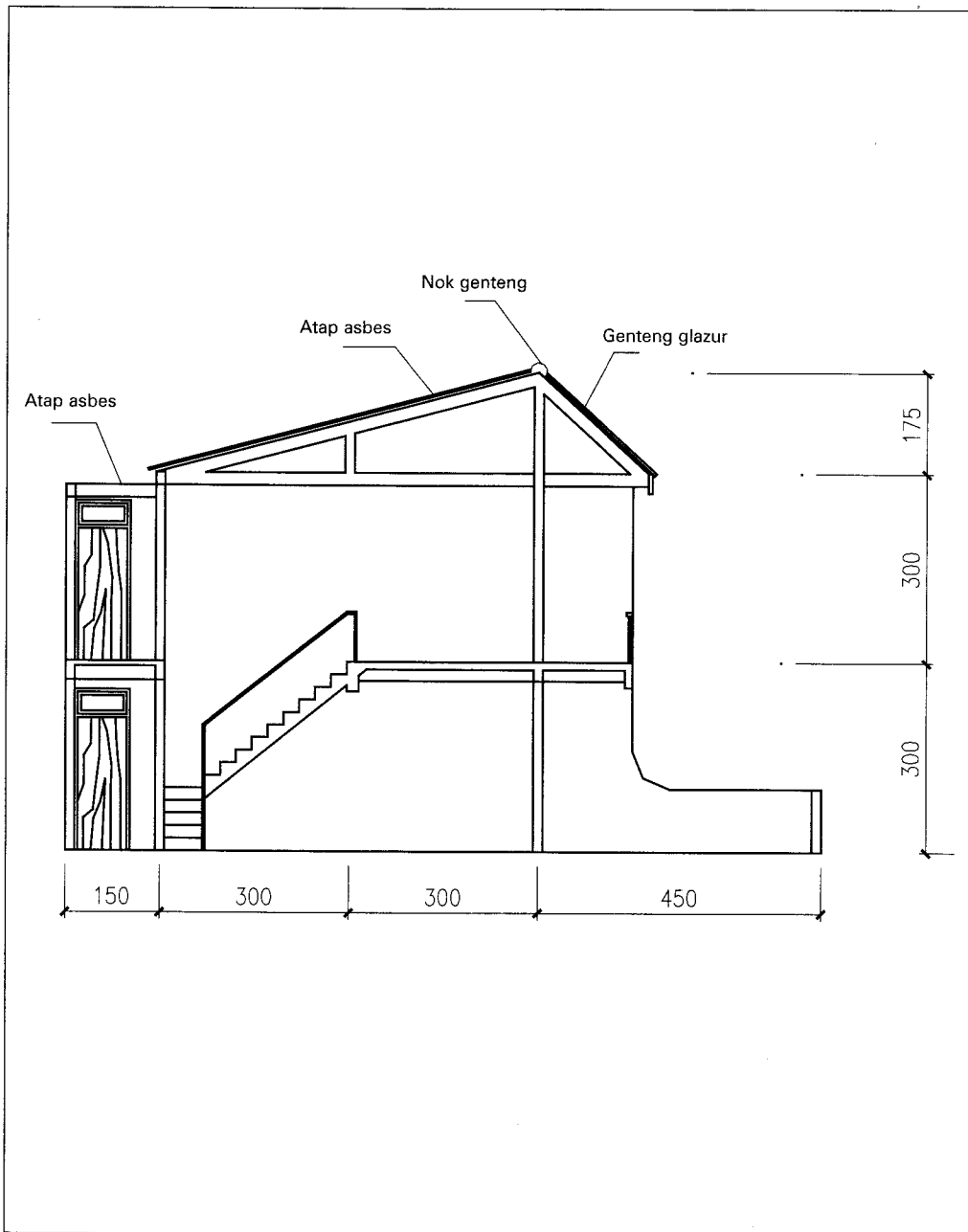
E. Meningkatkan Rumah Tipe 36/84m

Untuk meningkatkan rumah tipe 36 memerlukan besi untuk struktur sebagai berikut.

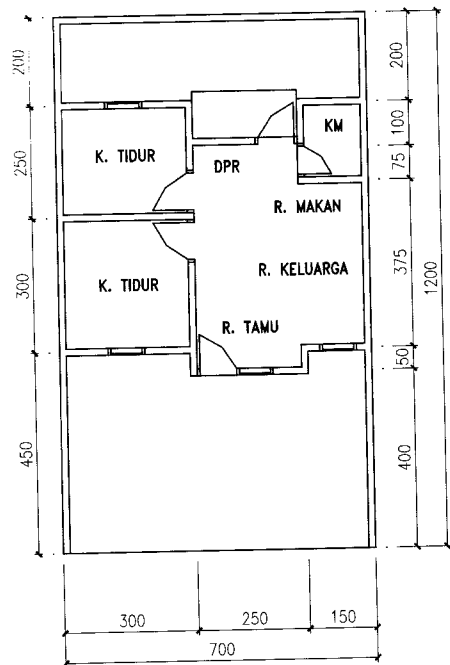
- ❖ Volume bahan lantai atas memakai sistem keraton.
- ❖ Pemakaian keraton sebanyak 43 m² (1 m² = 18 buah).
- ❖ Pemakaian besi beton Ø8 mm sebanyak 72 batang.

| No | Diameter besi (mm) | Kebutuhan (batang) | Faktor terbuang 5% | Jumlah (batang) | Kebutuhan final (batang) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 8,98 | 0,45 | 9,43 | 10 |
| 2 | 8 | 54,2 | 2,71 | 56,91 | 57 |
| 3 | 10 | 25,6 | 1,28 | 26,84 | 27 |
| 4 | 12 | 47,12 | 2,36 | 49,48 | 50 |

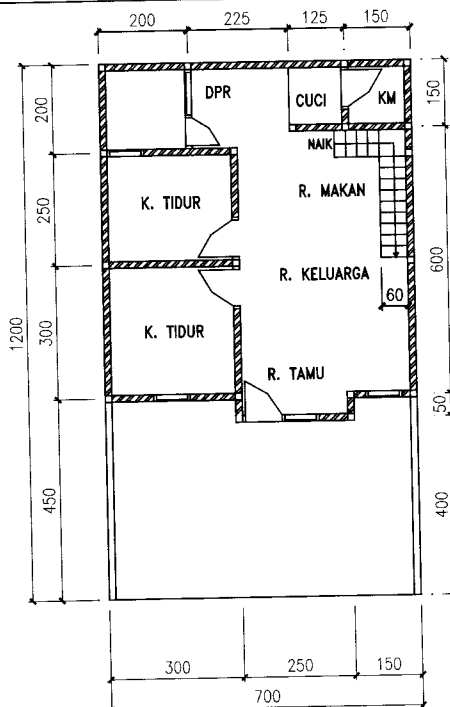




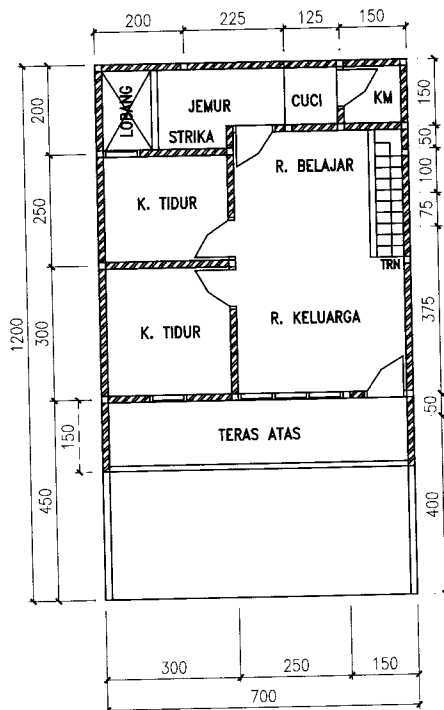
Potongan memanjang



Denah lantai bawah (asli)
sebelum direnovasi



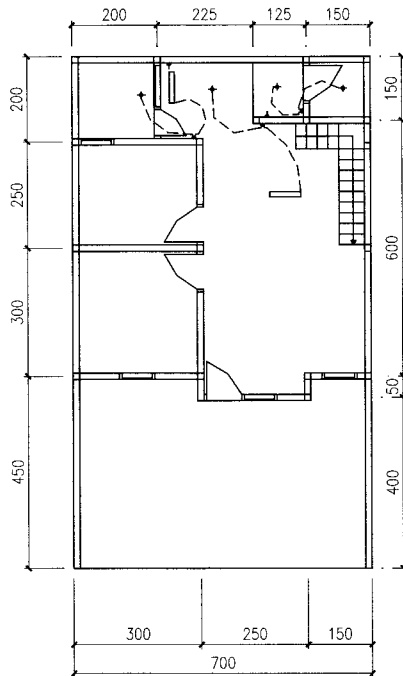
Denah lantai bawah (baru)
sesudah direnovasi



Denah lantai atas

MATERIAL LISTRIK BAWAH

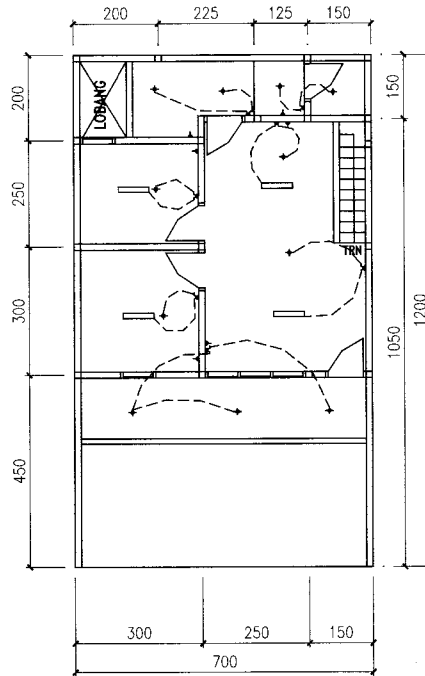
| | | |
|---|----------------|-----|
| □ | LP. NEON 10 W | 2BH |
| + | LP. PIJAR 5W | 4BH |
| • | SAKLAR TUNGGAL | — |
| • | SAKLAR DOBEL | 3BH |
| • | STOP KONTAK | 2BH |



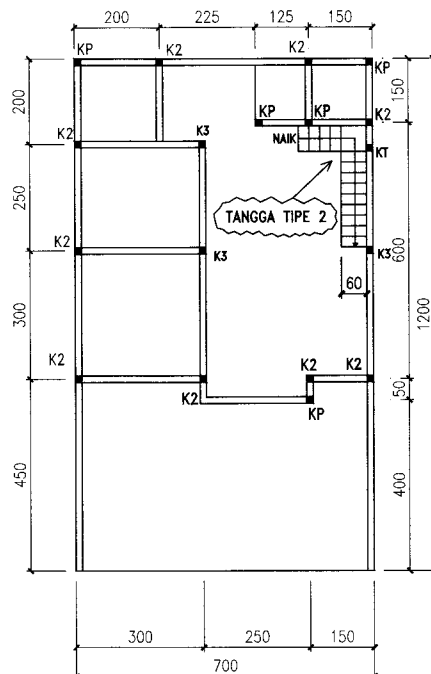
Denah instalasi listrik bawah

MATERIAL LISTRIK ATAS

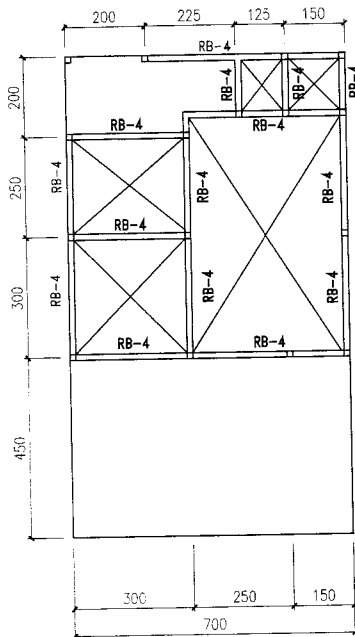
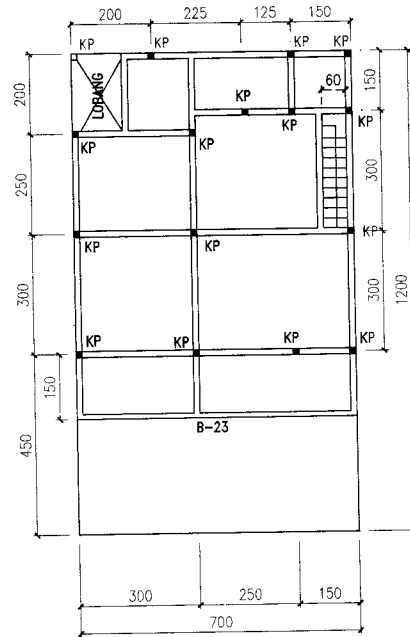
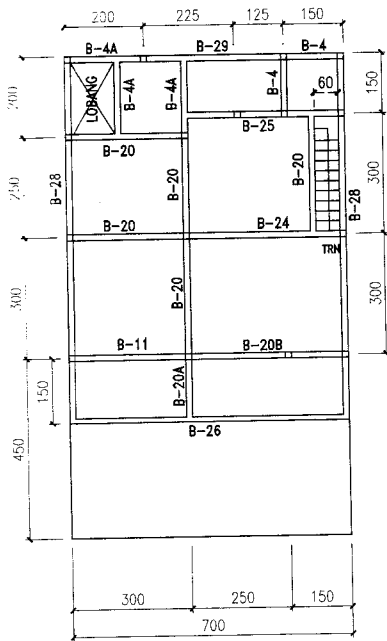
| | | |
|---|----------------|------|
| □ | LP. NEON 10 W | 4BH |
| + | LP. PIJAR 5W | 11BH |
| • | SAKLAR TUNGGAL | —BH |
| • | SAKLAR DOBEL | 7BH |
| • | STOP KONTAK | 6BH |



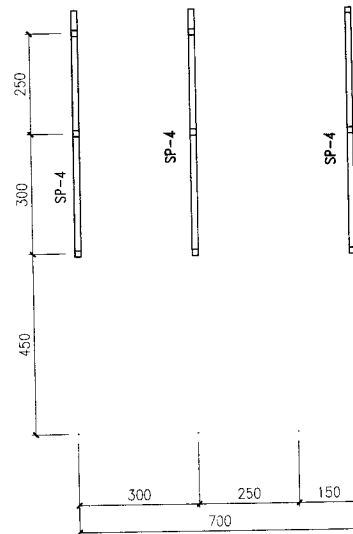
Denah instalasi listrik atas

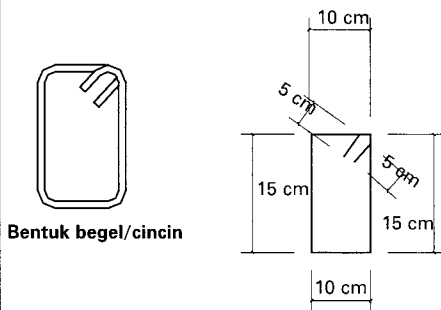
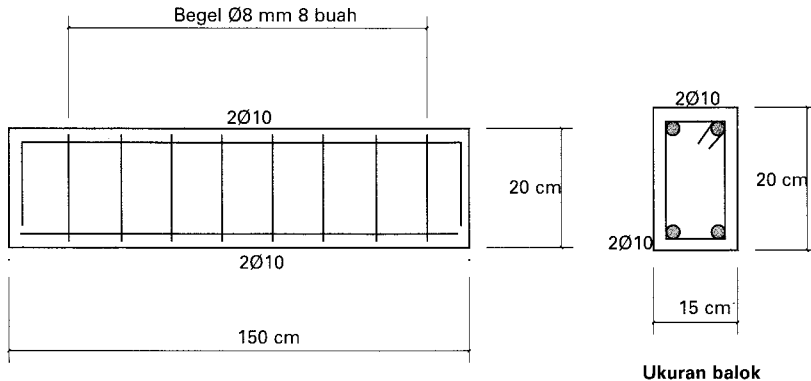


Denah kolom bawah

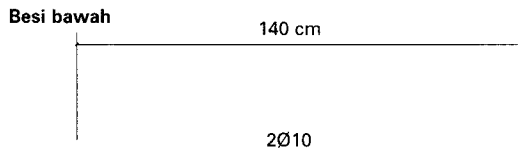
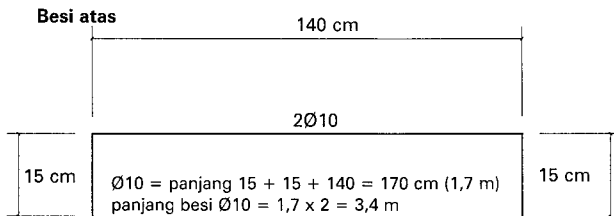


Panjang balok RB-4 = 44 m





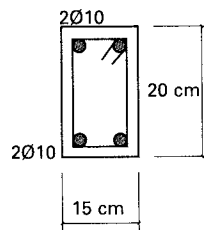
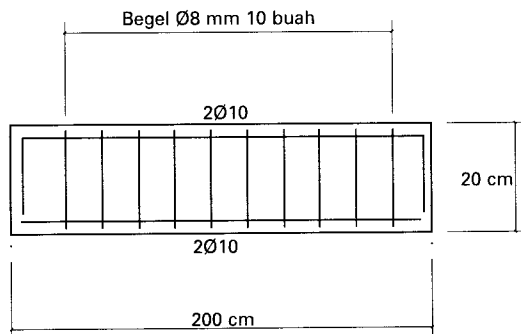
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $8 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 0,4$ batang



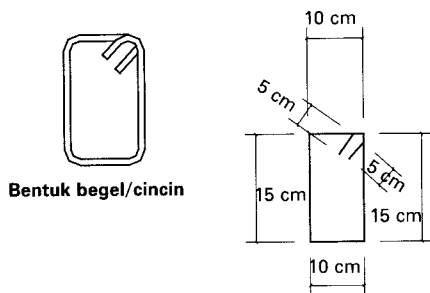
- Ø10 = panjang besi 140 cm (1,4 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 1,4 = 2,8$ m
- Total panjang besi Ø10 = $3,4 + 2,8 = 6,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $6,2 : 12 = 0,52$ batang

- Jumlah balok B-4 = 2 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $2 \text{ bh} \times 0,52 = 1,04$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $2 \text{ bh} \times 0,4 = 0,8$ batang

Penampang balok B-4 15 x 20



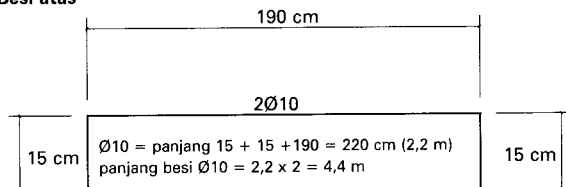
Ukuran balok



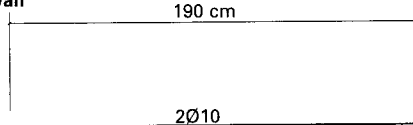
Bentuk begel/cincin

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $10 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 600 \text{ cm}$ (6,0 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $6,0 : 12 = 0,5$ batang

Besi atas



Besi bawah



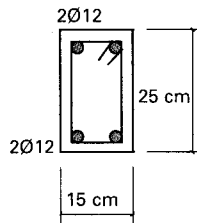
- Ø10 = panjang besi 190 cm (1,9 m)
- Panjang besi Ø10 = $2 \times 1,9 = 3,8 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø10 = $4,4 + 3,8 = 8,2 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø10 = $8,2 : 12 = 0,69$ batang

- Jumlah balok B-4A = 3 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $3 \text{ bh} \times 0,69 = 2,74$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $3 \text{ bh} \times 0,6 = 1,5$ batang

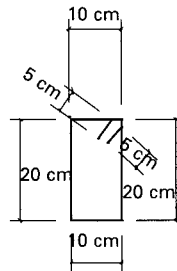
Penampang balok B-4A 15 x 20



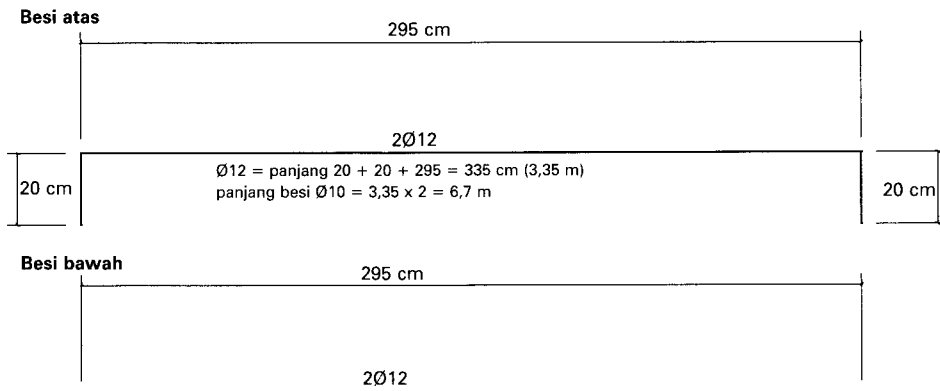
Bentuk begel/cincin



Ukuran balok



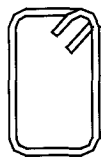
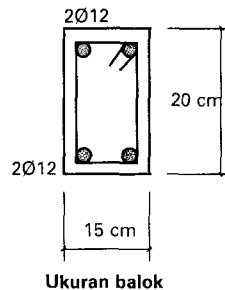
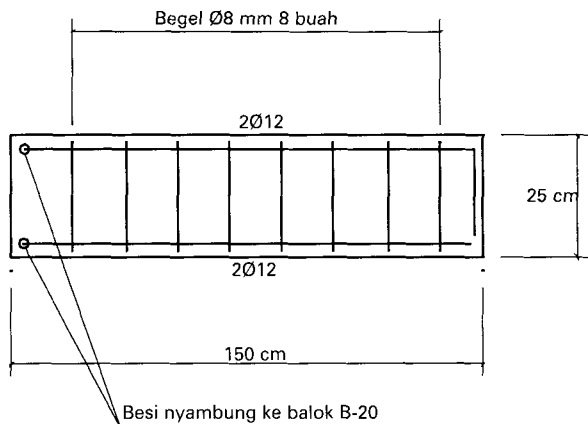
- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $17 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.190 \text{ cm}$ (11,9 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $11,9 : 12 = 1,0$ batang



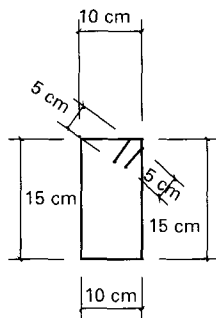
- Ø12 = panjang besi 295 cm (3,65 m)
- Panjang besi Ø12 = $2 \times 2,95 = 5,9$ m
- Total panjang besi Ø12 = $6,7 + 5,9 = 12,6$ m
- Kebutuhan besi Ø12 = $12,6 : 12 = 1,5$ batang

- Jumlah balok B-20 = 5 bh
- Total kebutuhan besi Ø12 = 5 bh x 1,05 = 5,25 batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = 5 bh x 1,0 = 5,0 batang

Penampang balok B-20 15 x 25

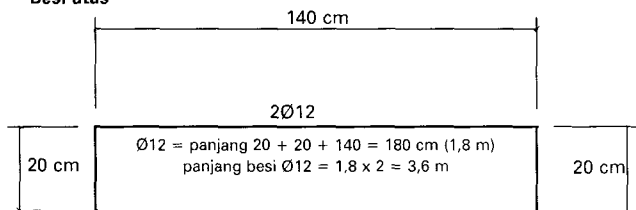


Bentuk begel/cincin

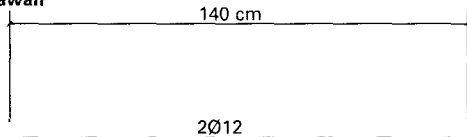


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $8 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 480 \text{ cm} (4,8 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $4,8 : 12 = 0,4$ batang

Besi atas

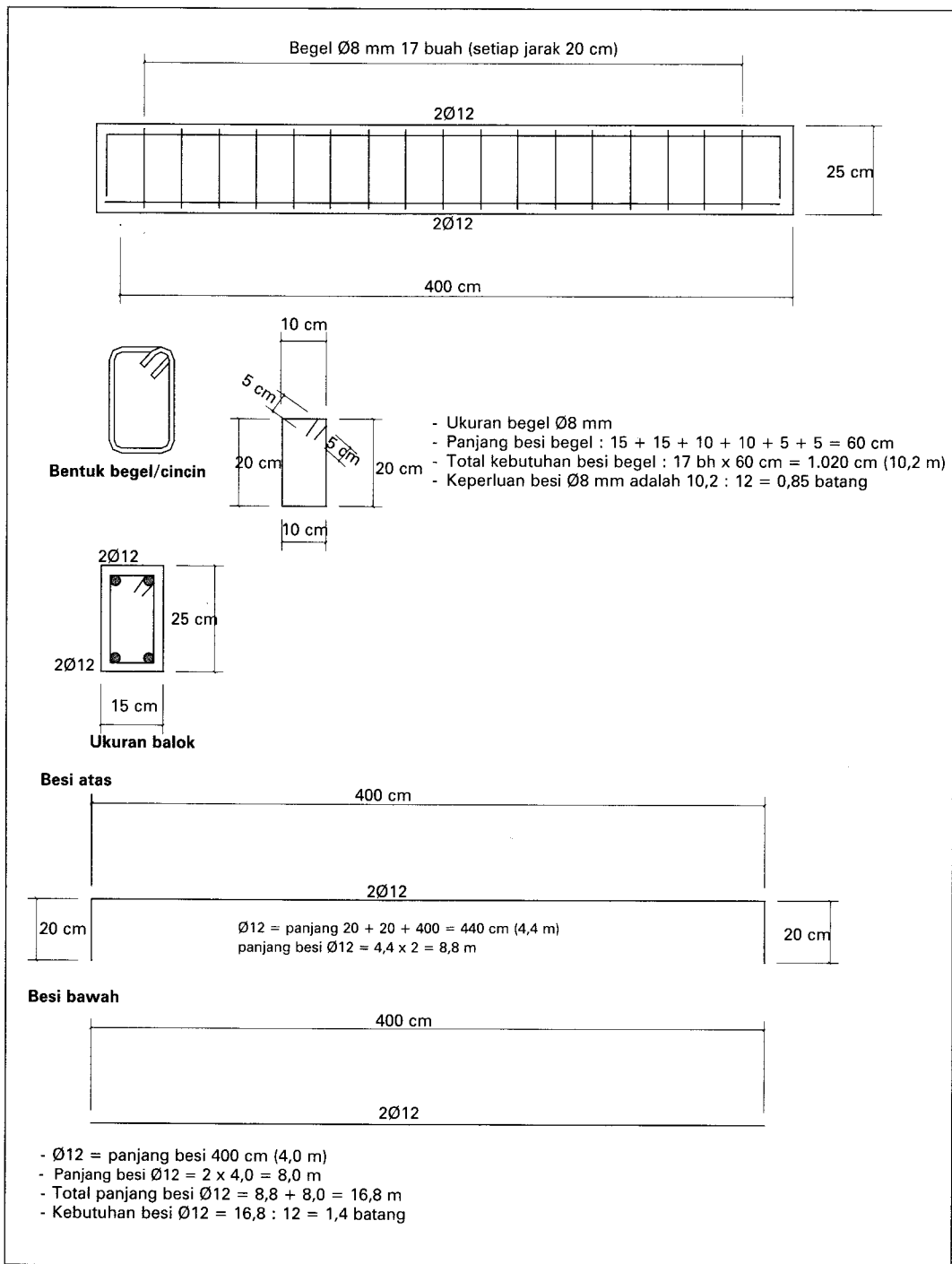


Besi bawah

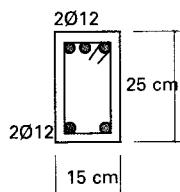
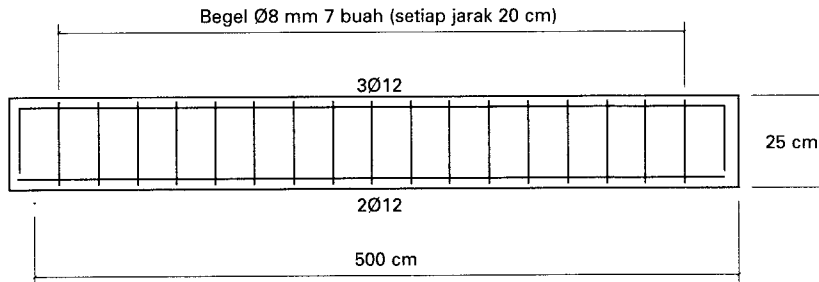


- Ø12 = panjang besi 140 cm (1,4 m)
- Panjang besi Ø12 = $2 \times 1,4 = 2,8 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø12 = $3,6 + 2,8 = 6,4 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø12 = $6,4 : 12 = 0,53$ batang

Penampang balok B-20A 15 x 25



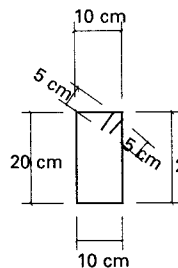
Penampang balok B-20B 15 x 25



Ukuran balok

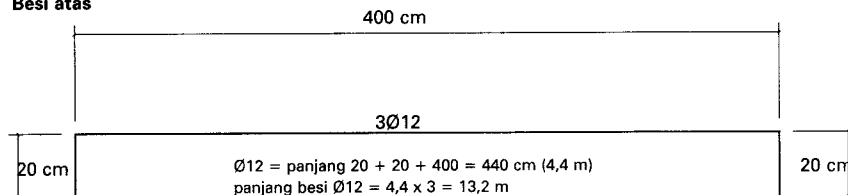


Bentuk begel/cincin

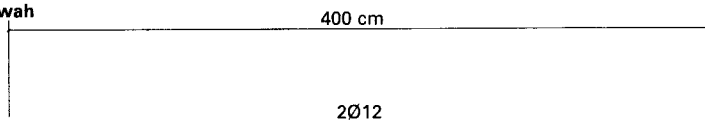


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $17 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 1.020 \text{ cm}$ (10,2 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $10,2 : 12 = 0,85$ batang

Besi atas

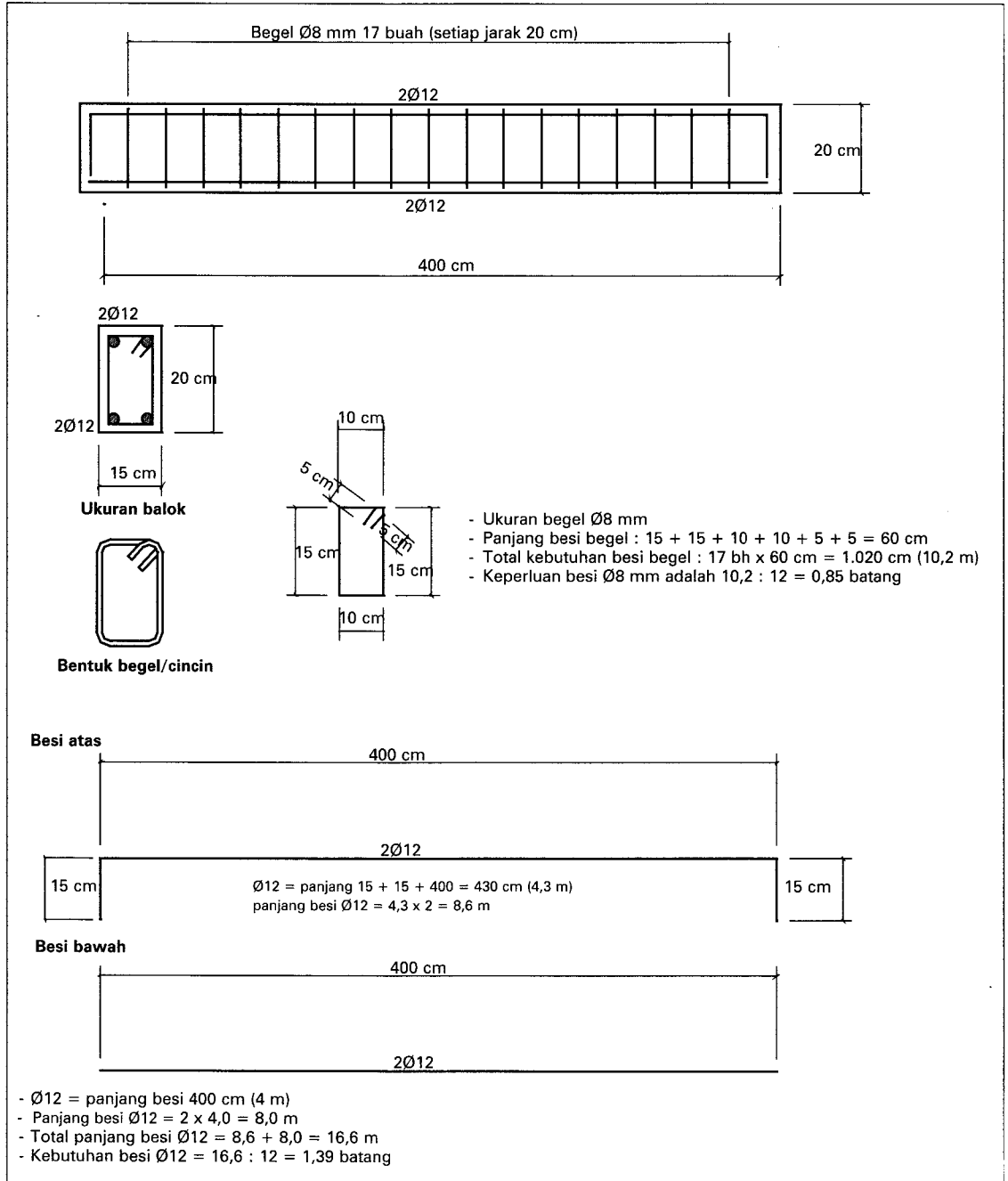


Besi bawah

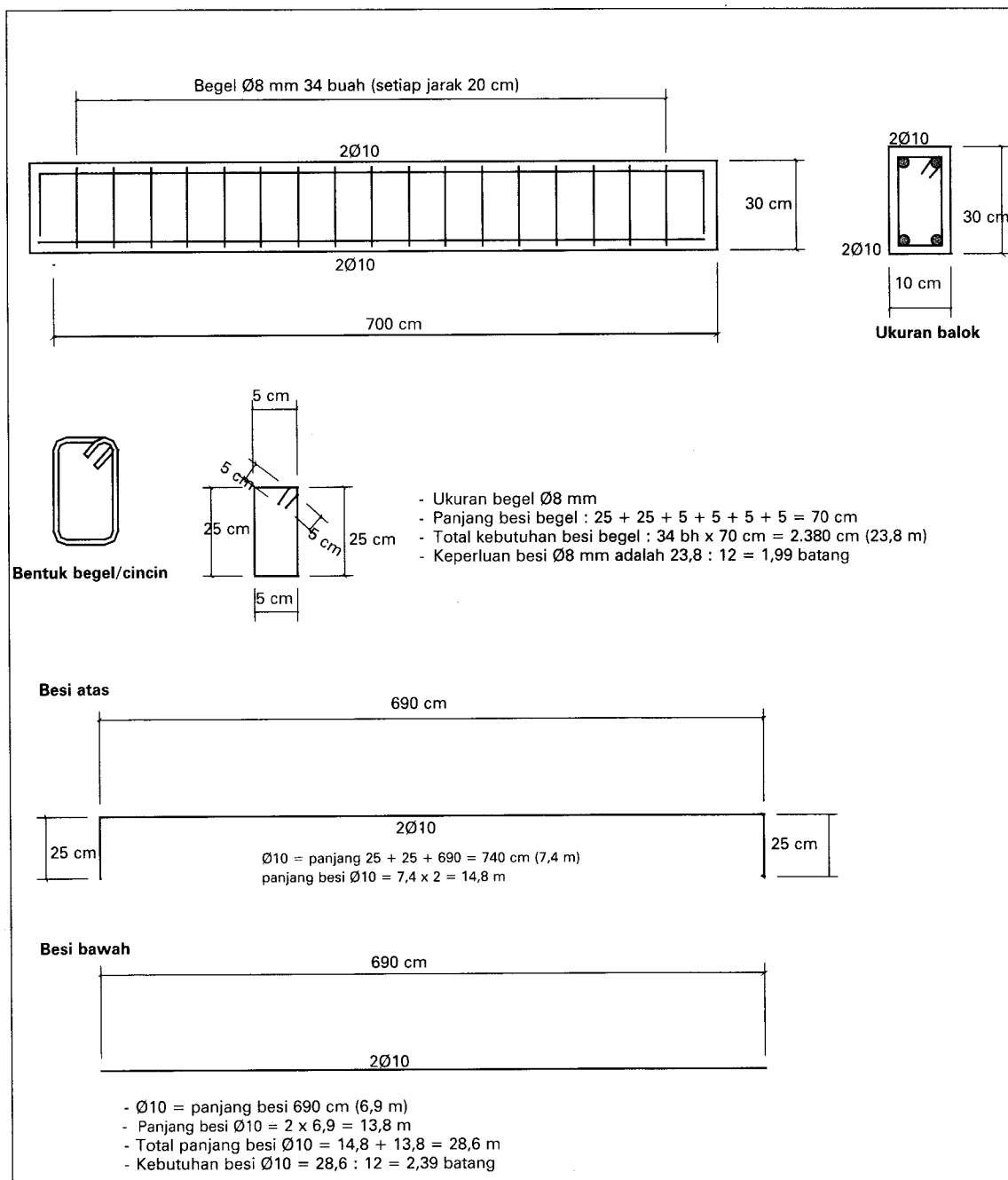


- Ø12 = panjang besi 400 cm (4 m)
- Panjang besi Ø12 = $2 \times 4 = 8$ m
- Total panjang besi Ø12 = $13,2 + 8,0 = 21,2$ m
- Kebutuhan besi Ø12 = $21,2 : 12 = 1,77$ batang

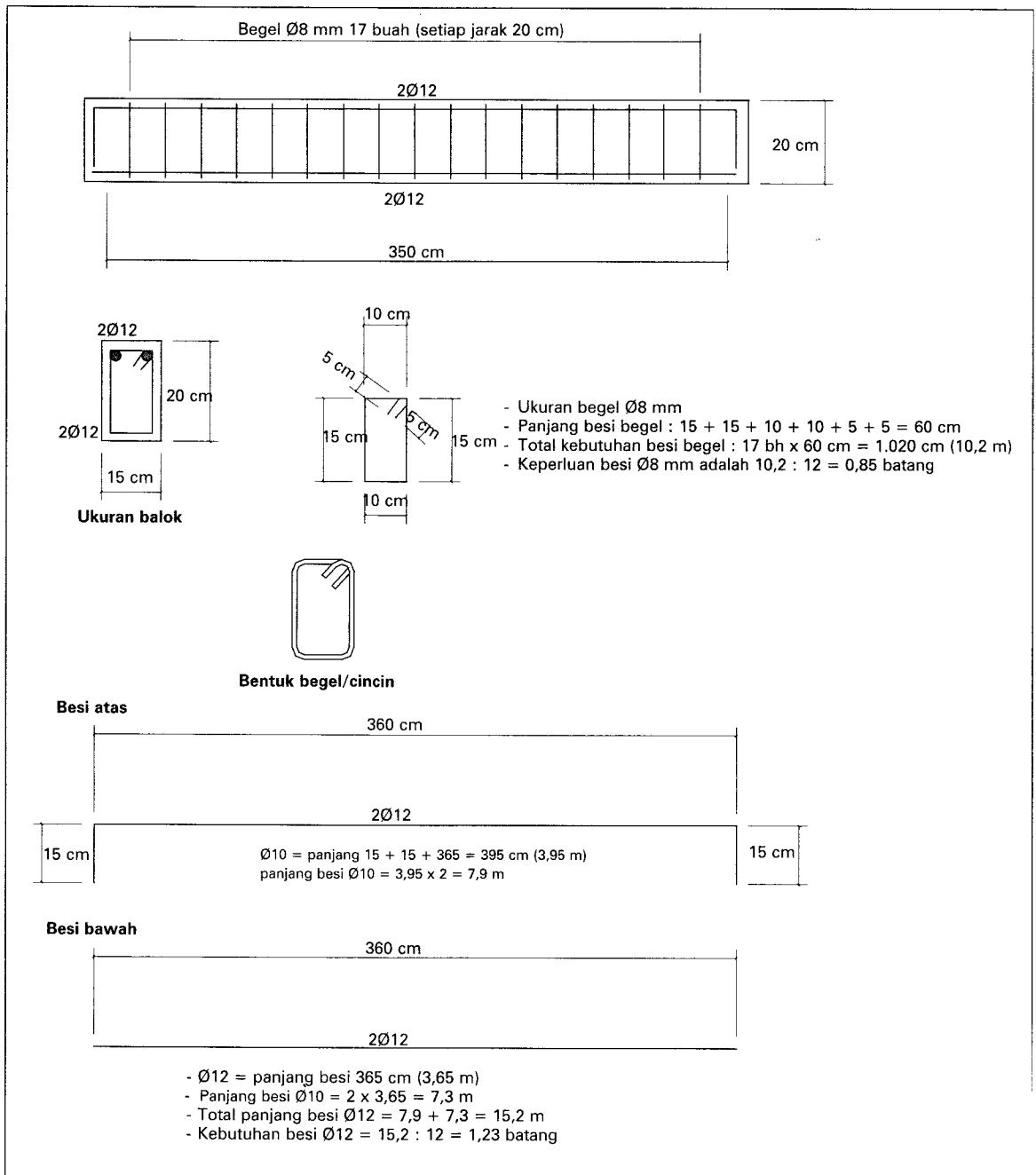
Penampang balok B-24 15 x 25



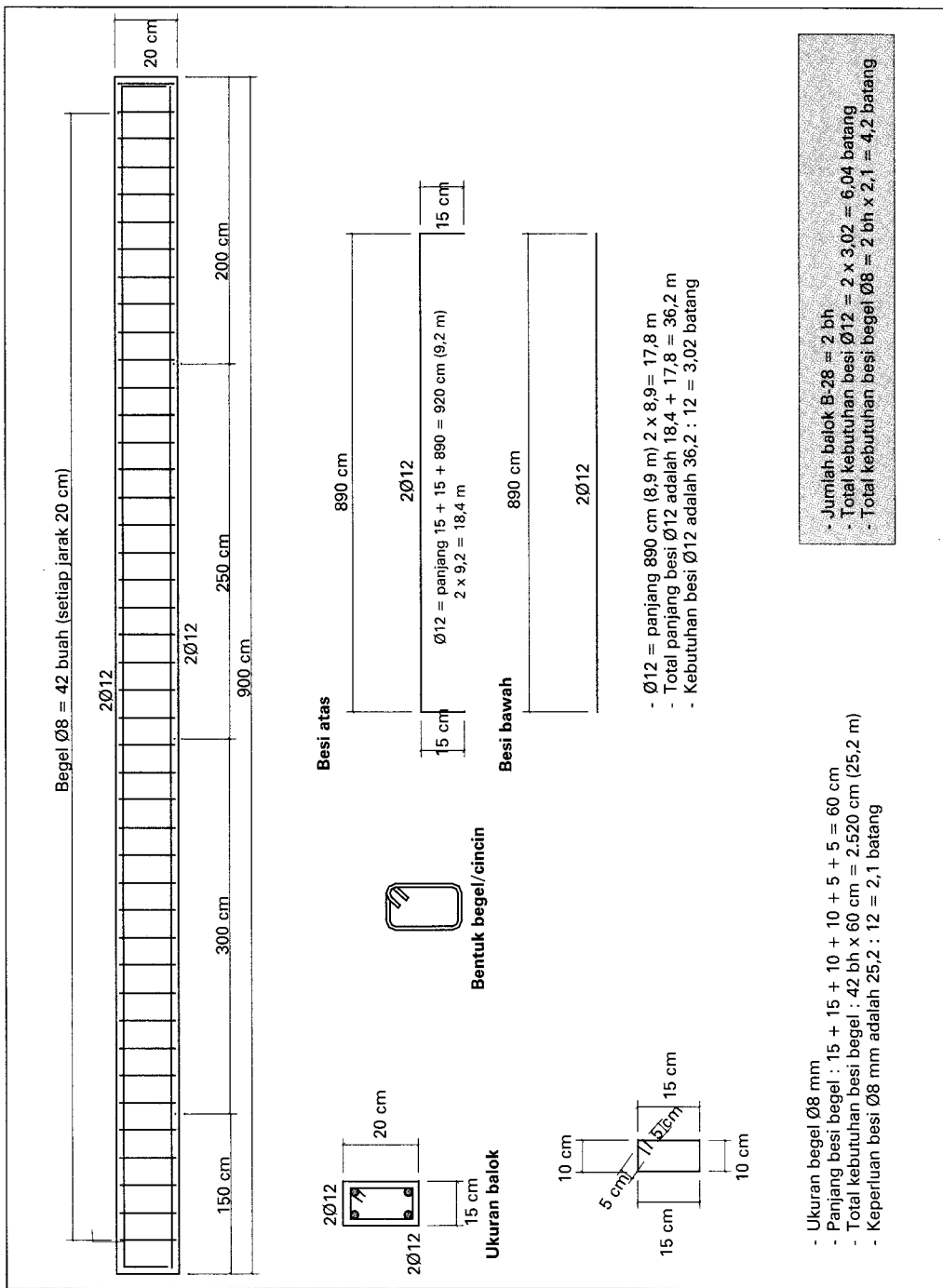
Penampang balok B-25 15 x 20



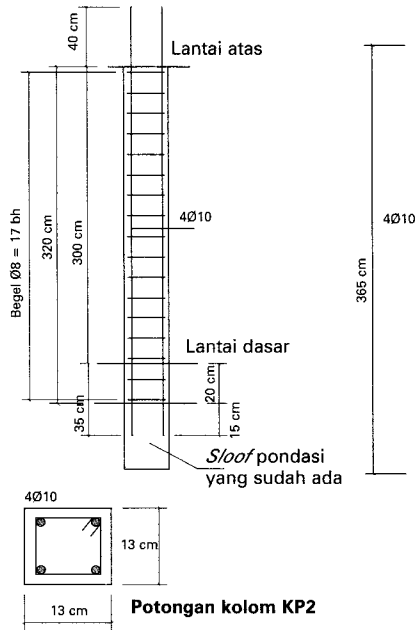
Penampang balok B-26 10 x 30



Penampang balok B-27 15 x 20



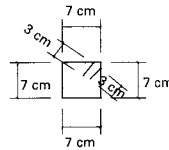
Jumlah kolom = 9 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø10
- Panjang besi Ø10 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø10 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



Bentuk begel/cincin



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 48 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 48 cm = 816 cm (8,16 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 8,16 : 12 = 0,68 batang

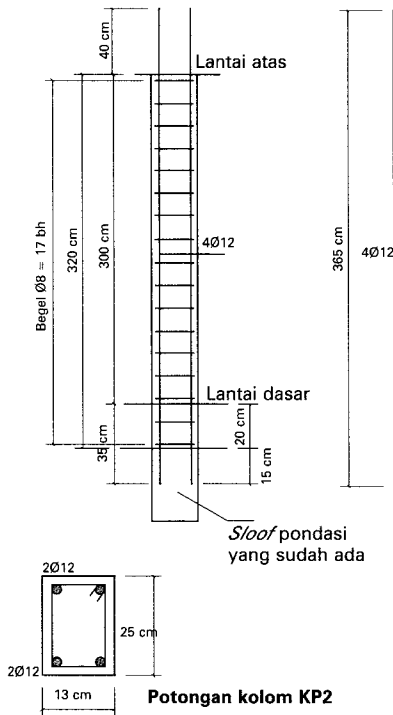
Jumlah kolom K2, 9 bh

Total panjang besi Ø10 = 9 bh x 1,22 = 10,98 batang

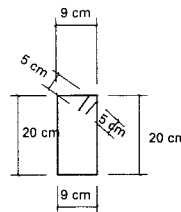
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 9 bh x 0,68 = 6,12 batang

Penampang kolom K2 13 x 13

Jumlah kolom = 3 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø12
- Panjang besi Ø12 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø12 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 20 + 20 + 9 + 9 + 5 + 5 = 68 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 68 cm = 1.156 cm (11,56 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 11,56 : 12 = 0,97 batang

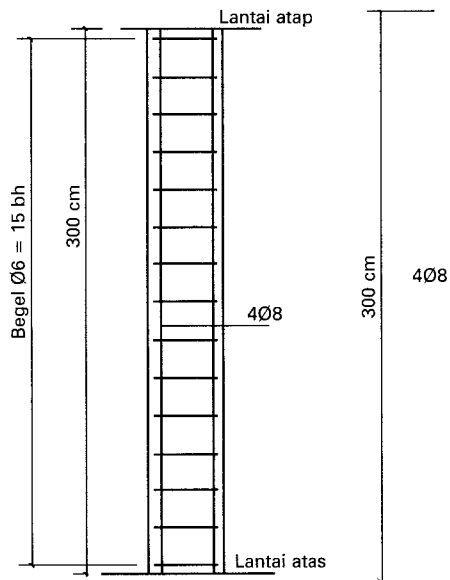
Jumlah kolom K3, 3 bh

Total panjang besi Ø12 = 3 bh x 1,22 = 3,66 batang

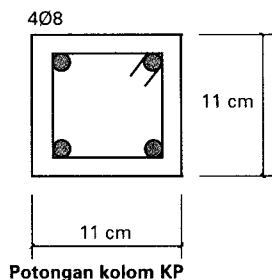
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 3 bh x 0,97 = 2,91 batang

Penampang balok K-3 13 x 25

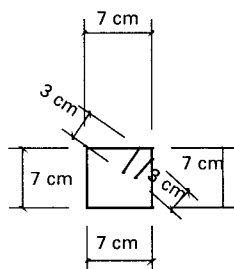
Jumlah kolom atas = 12 bh



- Panjang besi kolom = 300 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø8
- Panjang besi Ø8 = 4 bh x 300 cm = 1.200 cm (12 m)
- Total panjang besi Ø8 = 12 : 12 = 1 batang



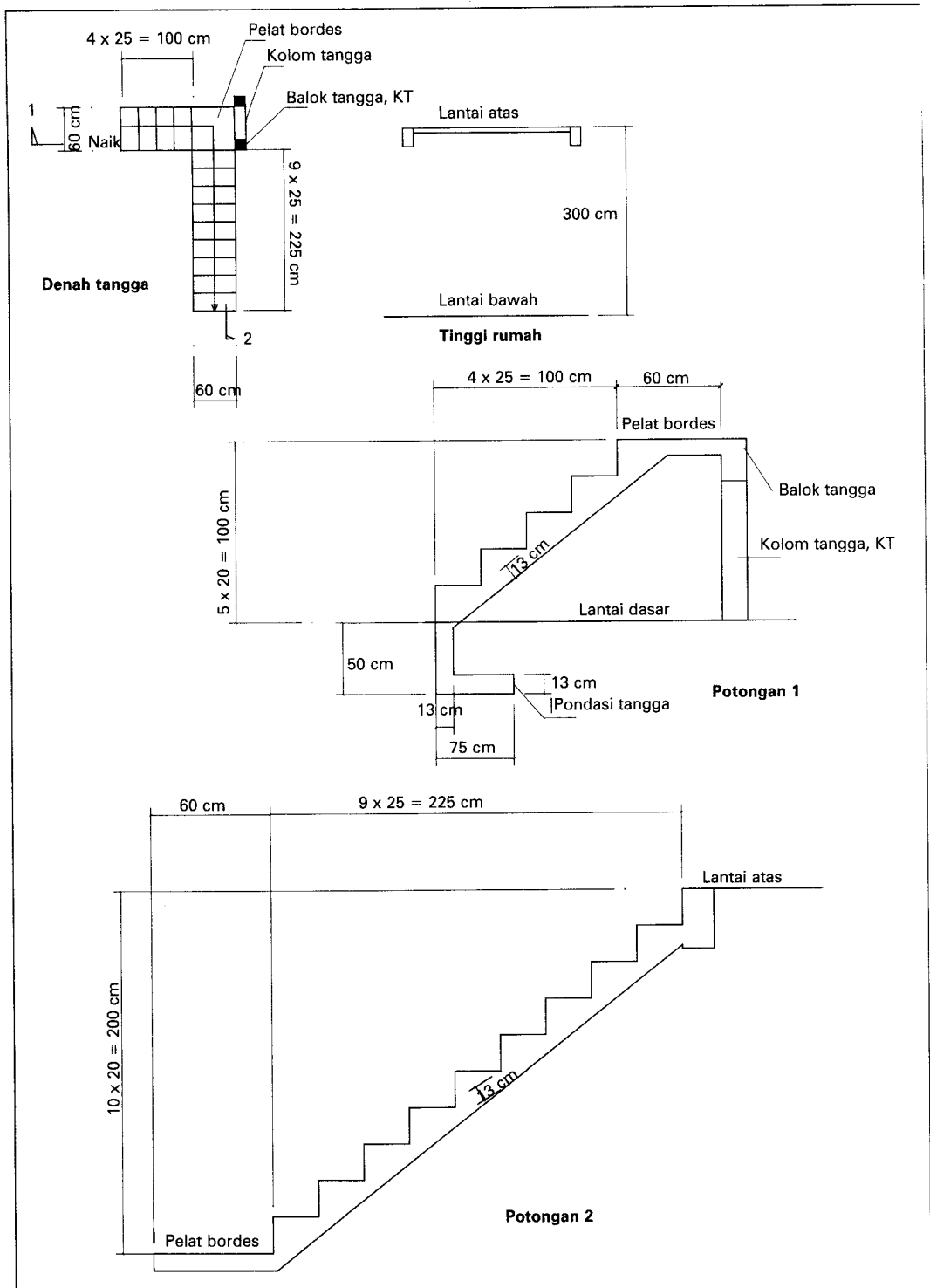
Bentuk begel/cincin



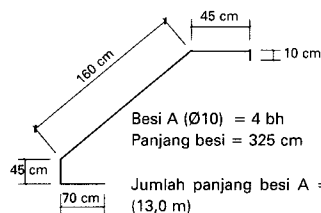
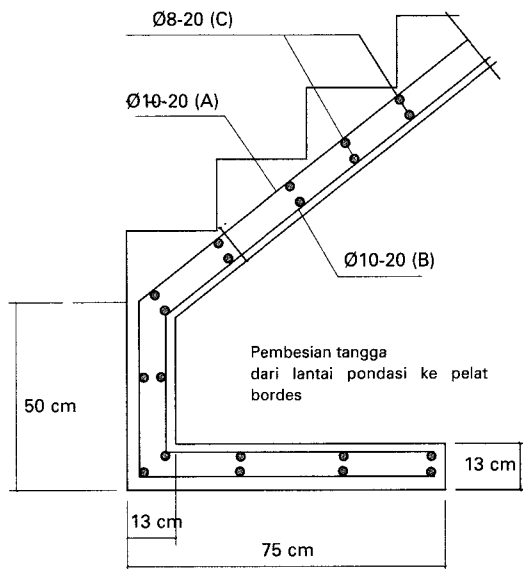
- Ukuran begel Ø6 mm
- Panjang besi begel = 7 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 = 34 cm
- Jumlah begel per kolom = 15 bh
- Panjang besi begel = 15 bh x 34 cm = 510 cm (5,1 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 5,1 : 12 = 0,43 batang

Jumlah kolom KP 12 bh
Total kebutuhan besi Ø8 = 12 bh x 1 = 12 batang
Total kebutuhan besi begel Ø6 = 12 bh x 0,43 = 5,16 batang

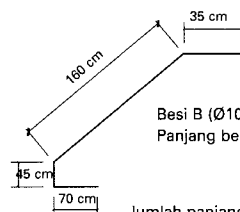
Penampang kolom KP, 11 x 11



Tangga tipe 2



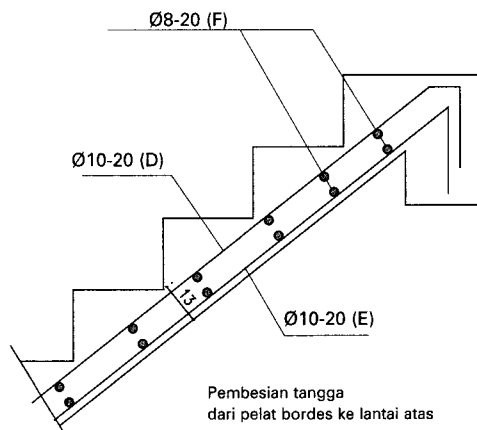
Jumlah panjang besi A = $4 \times 325 = 1.300$ cm (13,0 m)
Kebutuhan besi Ø10 = $13 : 12 = 1,09$ batang



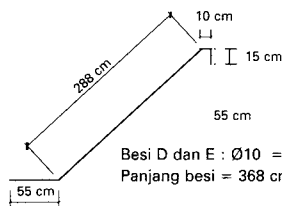
Jumlah panjang besi B = $4 \times 300 = 1.200$ cm (12,0 m)
Kebutuhan besi Ø10 = $12 : 12 = 1,0$ batang



Atas dan bawah = 2×20 bh = 40 bh
Panjang besi = 40 bh \times 55 cm = 2.200 cm (22 m)
Kebutuhan besi Ø8 = $22 : 12 = 1,84$ batang



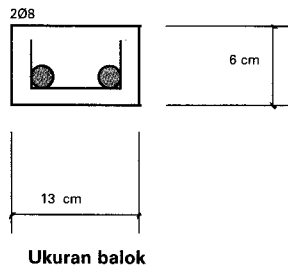
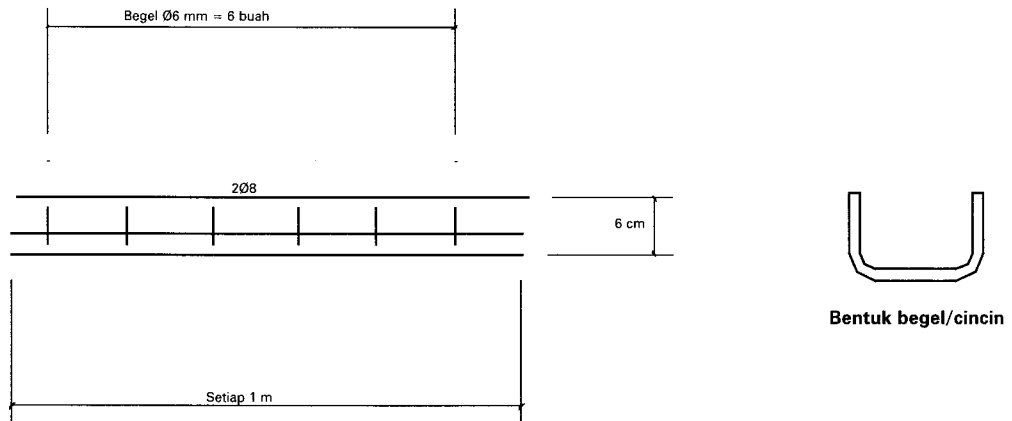
Atas dan bawah = 2×6 bh = 12 bh
Panjang besi = 12 bh \times 55 cm = 660 cm (6,6 m)
Kebutuhan besi Ø8 = $6,6 : 12 = 0,55$ batang



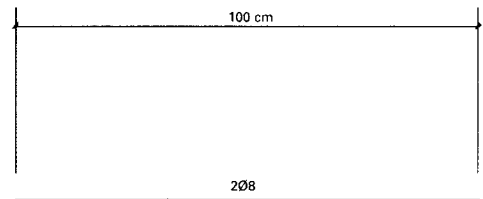
Jumlah panjang besi D dan E = $8 \times 368 = 2.944$ cm (29,44 m)
Kebutuhan besi Ø10 = $29,44 : 12 = 2,46$ batang

Kebutuhan besi keseluruhan
Total panjang besi Ø10 = $1,09 + 1,0 + 2,49 = 4,55$ batang
Total panjang besi Ø8 = $1,84 + 0,55 = 2,39$ batang

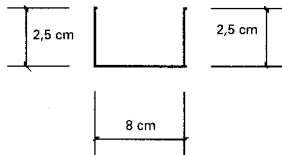
Besi tangga tipe-2



Besi bawah



Keperluan Ø8 untuk setiap 1 m balok :
 Ø8 = panjang 100 cm (1 m)
 $2 \times 1 = 2 \text{ m}$



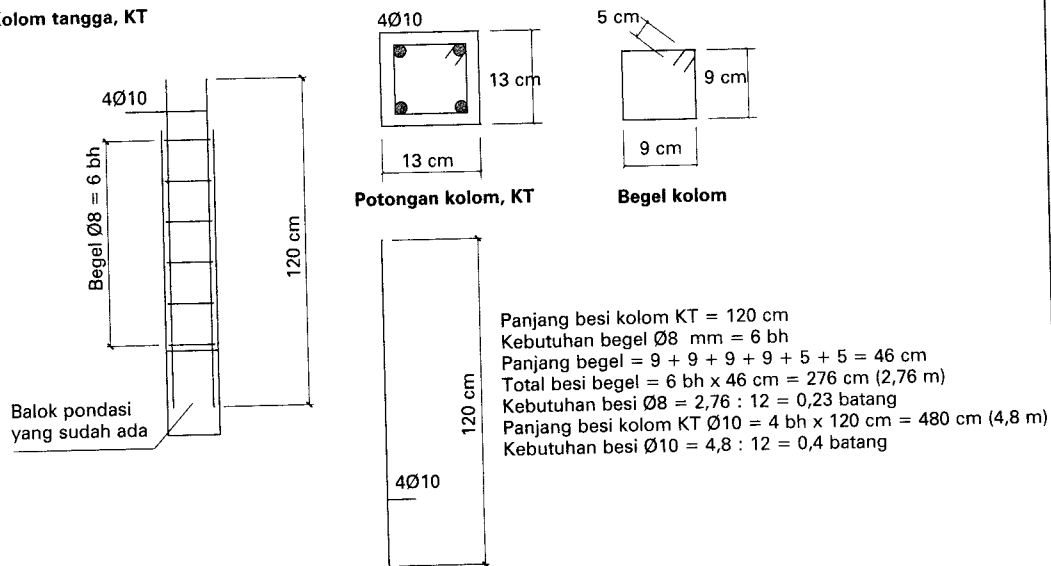
Keperluan begel untuk setiap 1 m balok :
 Ukuran begel Ø6 mm
 Panjang besi begel : $8 + 2,5 + 2,5 = 13 \text{ cm}$
 Total panjang besi begel : $6 \text{ bh} \times 13 \text{ cm} = 78 \text{ cm} (0,78 \text{ m})$

Keperluan besi untuk seluruh balok :
 Ukuran balok RB-4 = 44 m
 Panjang besi Ø8 : $44 \times 2 = 88 \text{ m}$
 Kebutuhan besi Ø8 = $88 : 12 \text{ bh} = 7,34 \text{ batang}$

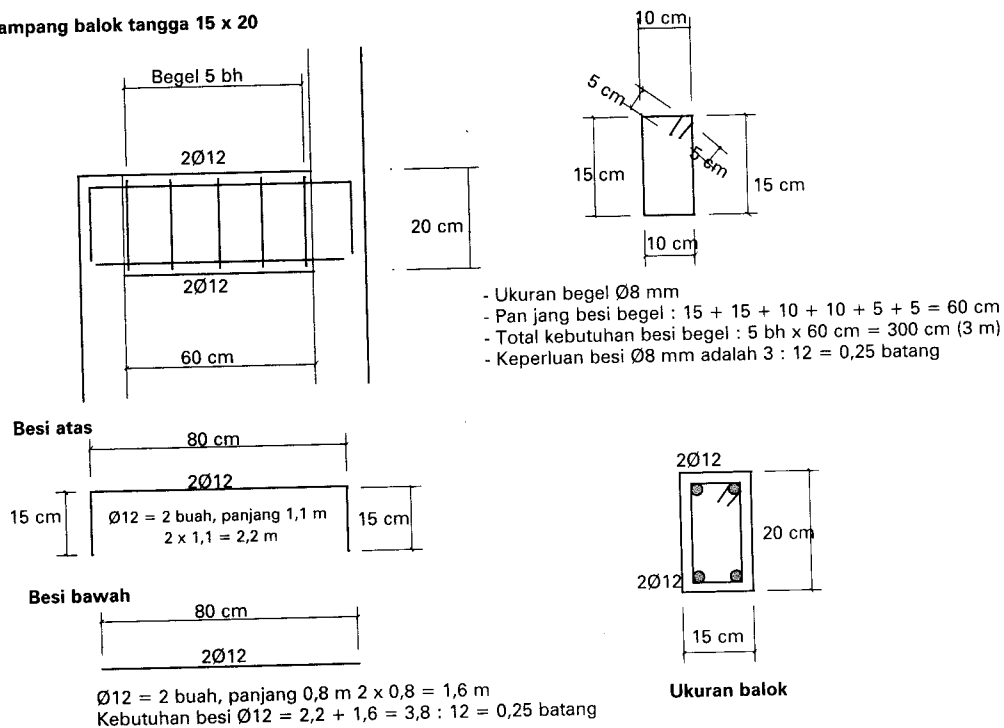
Keperluan begel untuk seluruh balok :
 Panjang balok RB-4 = 44 m
 Kebutuhan begel Ø6 : $44 \times 6 \text{ bh} = 264 \text{ bh}$
 Panjang begel seluruhnya = $264 \text{ bh} : 13 \text{ cm} = 3.432 \text{ cm} (34,32 \text{ m})$
 Kebutuhan besi Ø6 = $34,32 : 12 \text{ bh} = 2,86 \text{ batang}$

Penampang balok RB-4 13 x 6

Kolom tangga, KT



Penampang balok tangga 15 x 20



Kolom dan balok tangga tipe 2

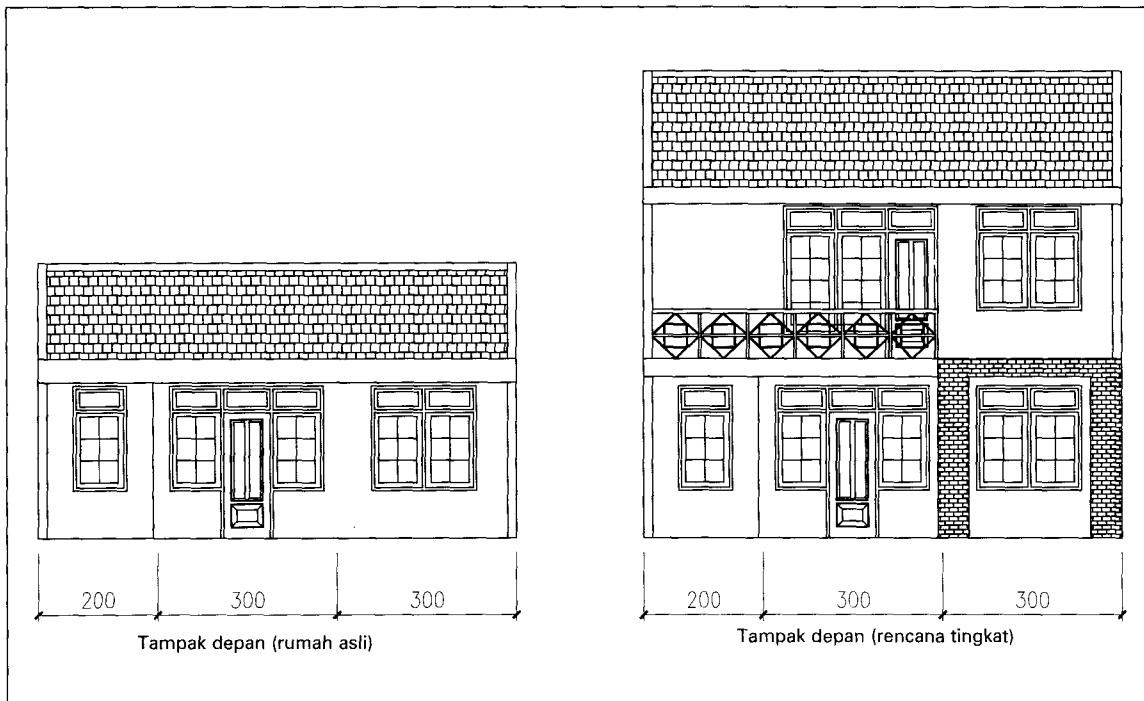


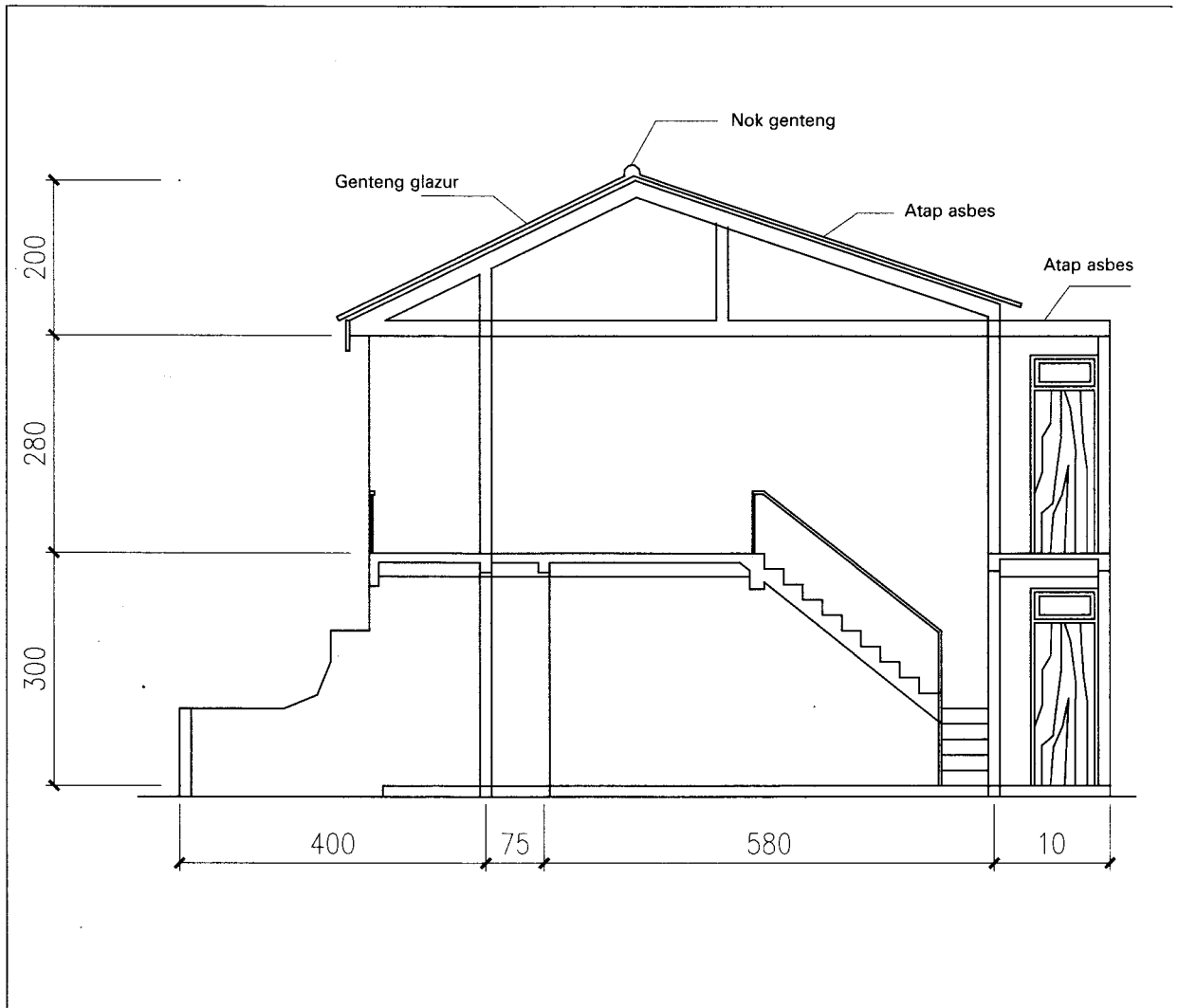
F. Meningkatkan Bangunan Tipe 38/96 m (8 m x 12 m)

Untuk meningkat rumah tipe 38 memerlukan besi untuk struktur sebagai berikut.

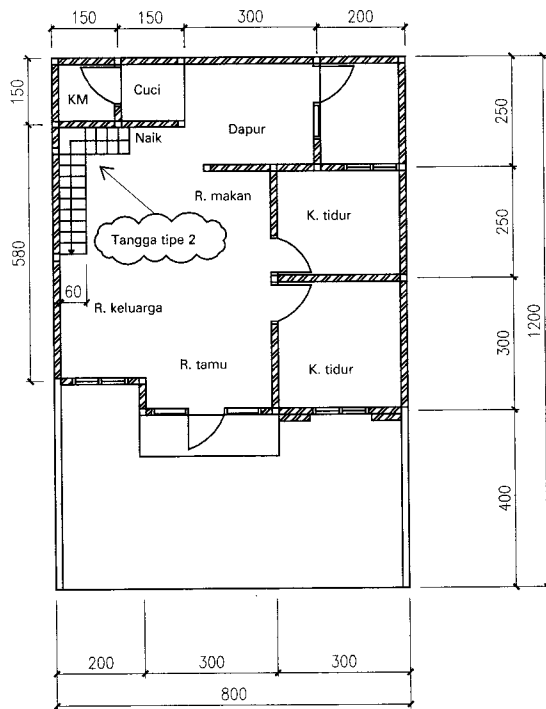
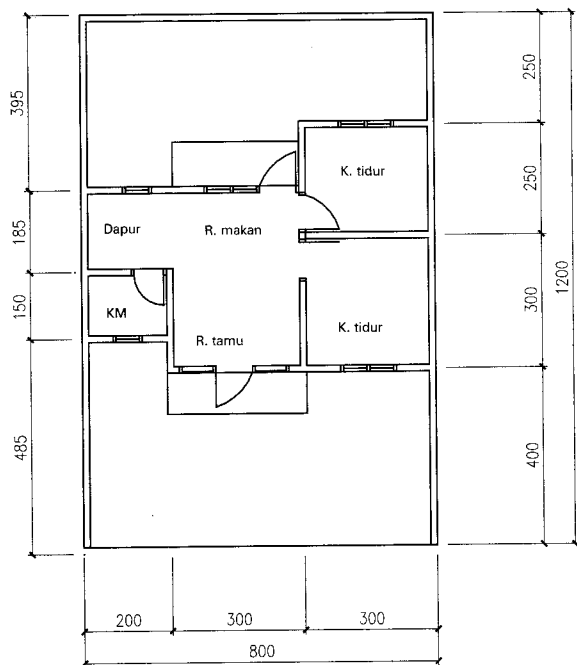
- ❖ Volume bahan lantai atas memakai sistem keraton.
- ❖ Pemakaian keraton sebanyak 60 m² (1 m² = 18 buah).
- ❖ Pemakaian besi beton Ø8 mm sebanyak 101 batang.

| No | Diameter besi (mm) | Kebutuhan (batang) | Faktor terbuang 5% | Jumlah (batang) | Total (batang) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 1 | 6 | 15,71 | 0,78 | 16,49 | 17 |
| 2 | 8 | 163,44 | 8,17 | 171,62 | 172 |
| 3 | 10 | 33,01 | 1,65 | 34,66 | 35 |
| 4 | 12 | 40,18 | 2,00 | 42,18 | 42 |

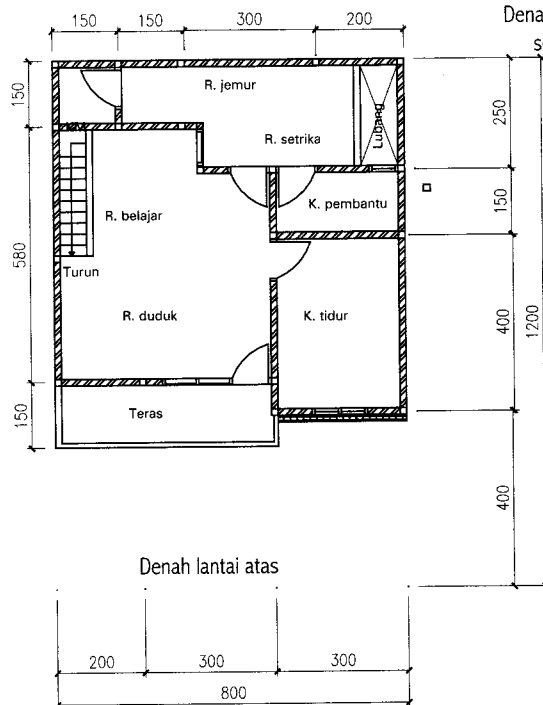




Potongan memanjang



Denah lantai bawah (asli)
sebelum direnovasi

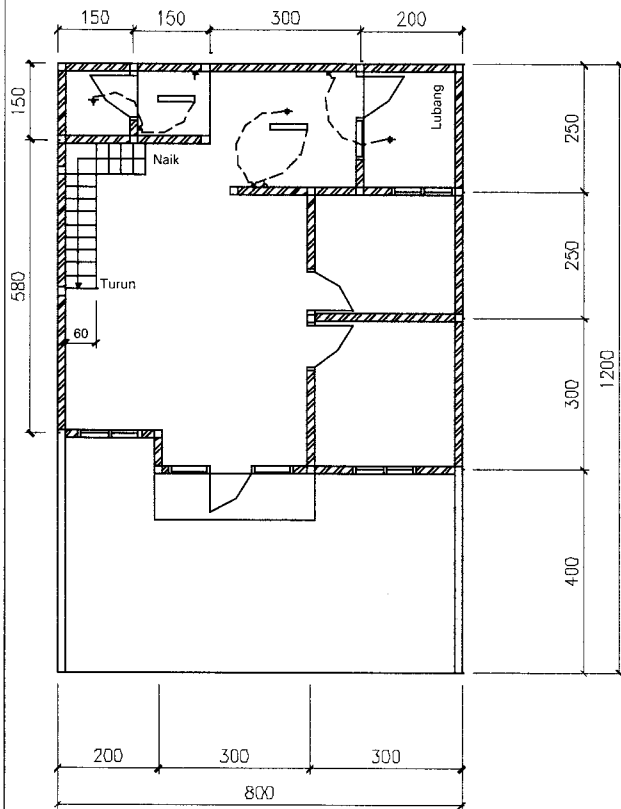


Denah lantai bawah (baru)
sesudah direnovasi

Denah lantai atas

MATERIAL LISTRIK BAWAH

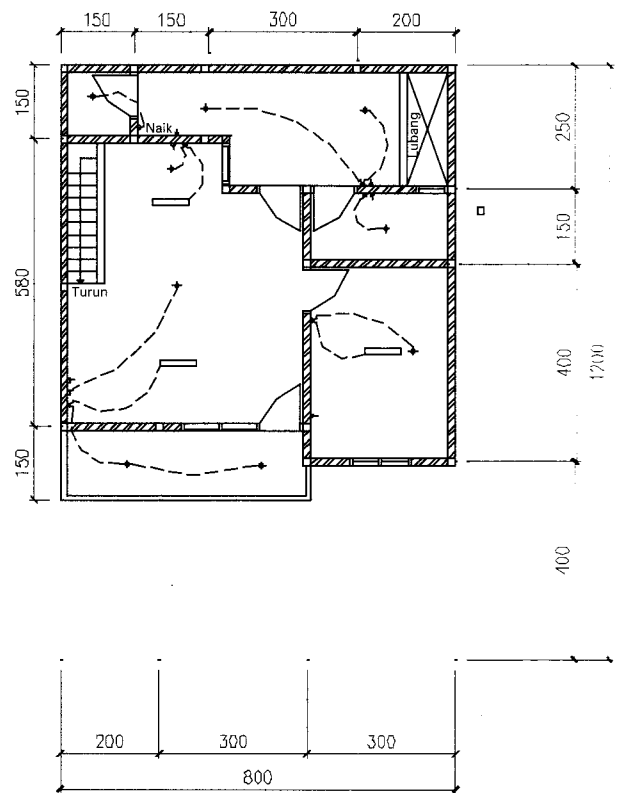
| | | |
|---|----------------|-----|
| □ | LP. NEON 10 W | 2BH |
| + | LP. PIJAR 5W | 3BH |
| ⌋ | SAKLAR TUNGGAL | 1BH |
| ⌋ | SAKLAR DOBEL | 2BH |
| ⌋ | STOP KONTAK | 2BH |



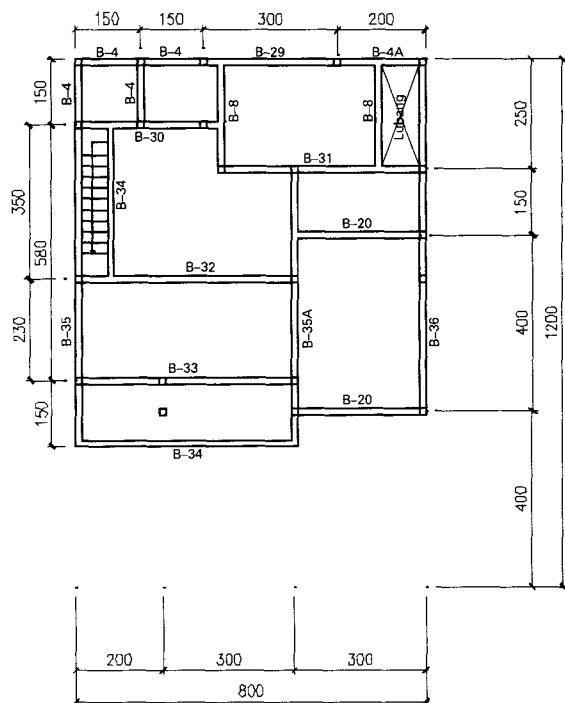
Denah instalasi listrik bawah

MATERIAL LISTRIK ATAS

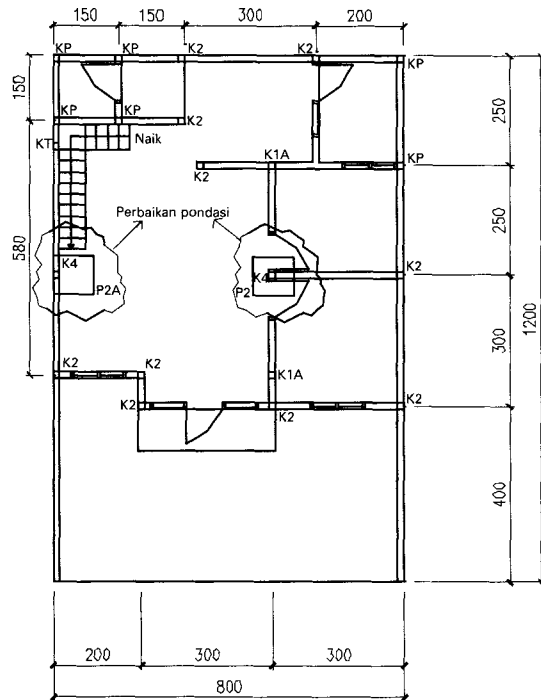
| | | |
|---|----------------|-----|
| □ | LP. NEON 10 W | 3BH |
| + | LP. PIJAR 5W | 9BH |
| ⌋ | SAKLAR TUNGGAL | 3BH |
| ⌋ | SAKLAR DOBEL | 4BH |
| ⌋ | STOP KONTAK | 6BH |



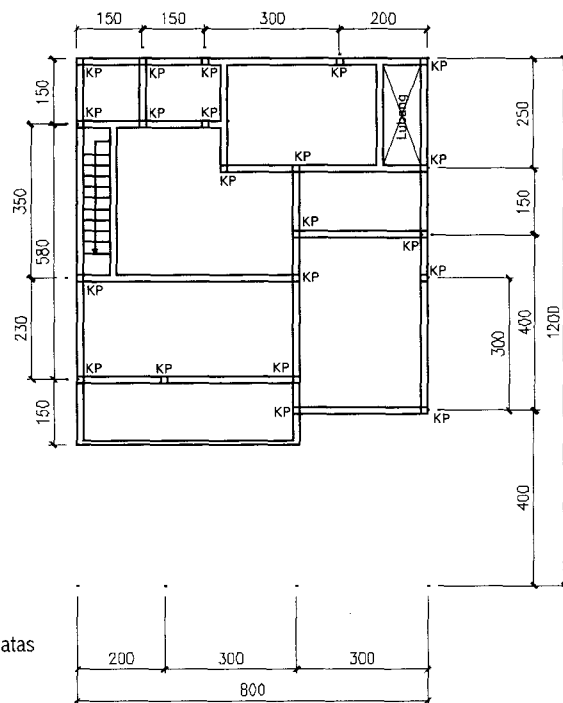
Denah instalasi listrik atas



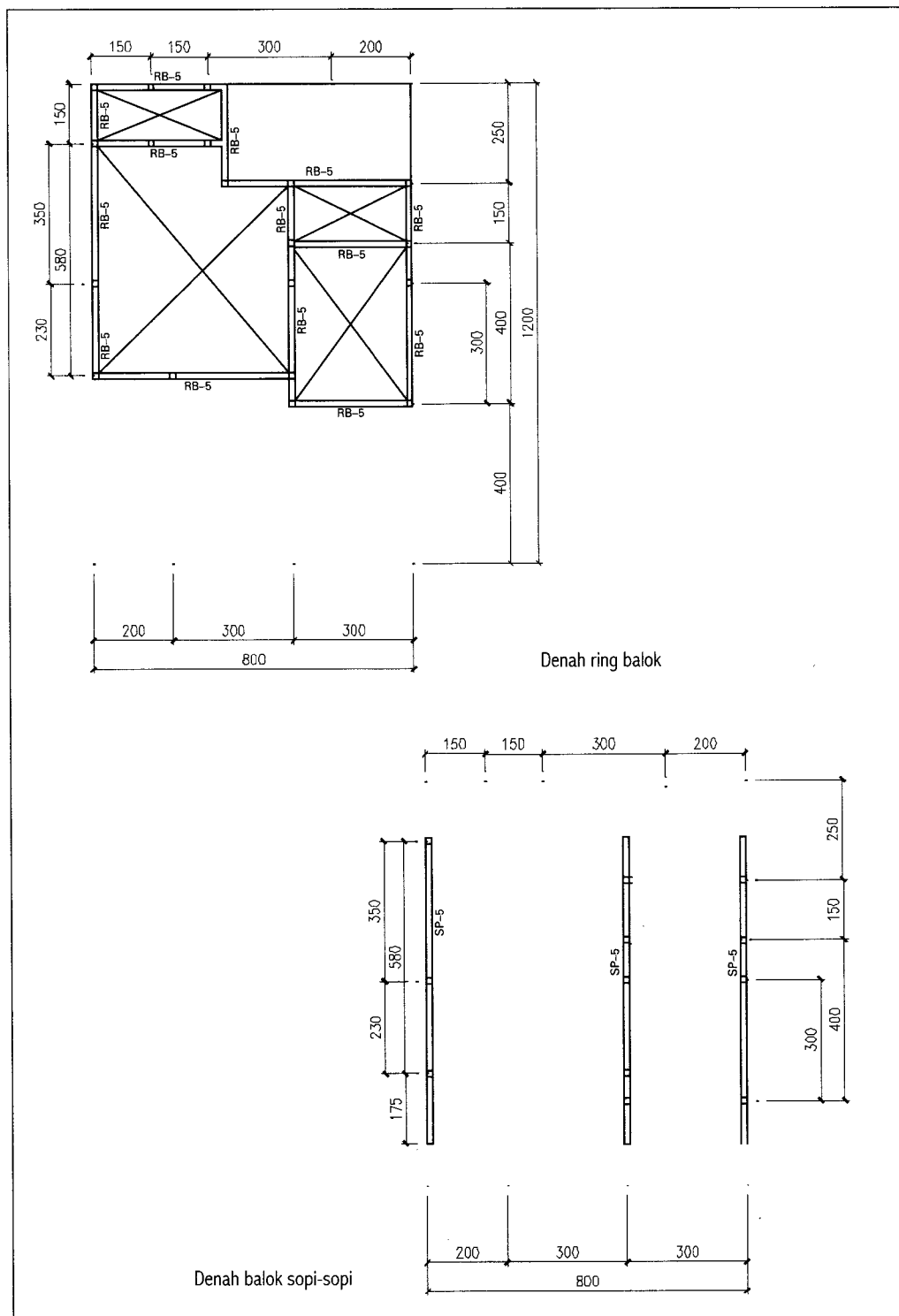
Denah balok lantai atas

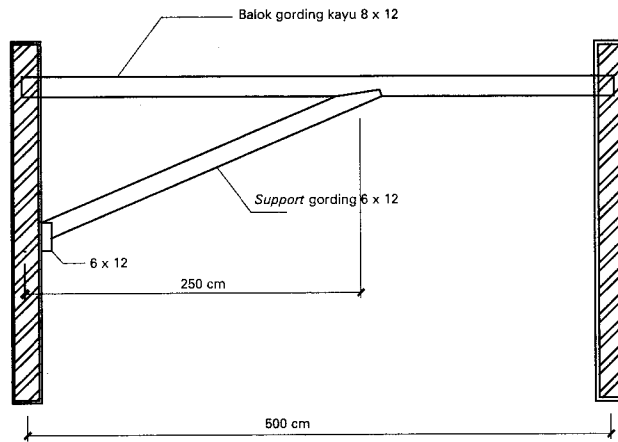


Denah kolom bawah

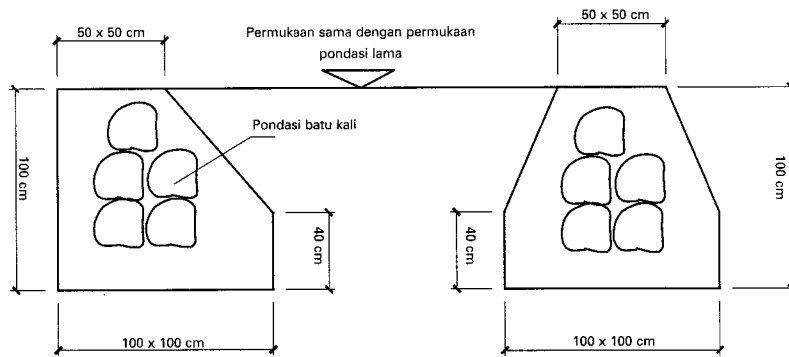


Denah kolom atas



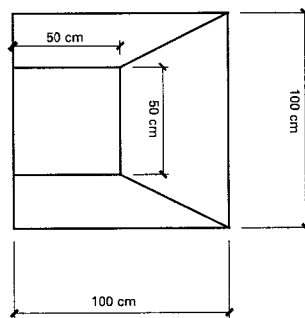


Penguat gording (untuk jarak kuda-kuda lebih dari 4 m)

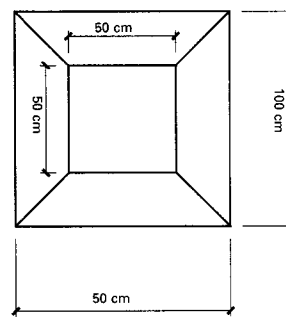


Perbaikan pondasi - P2A

Perbaikan pondasi - P2

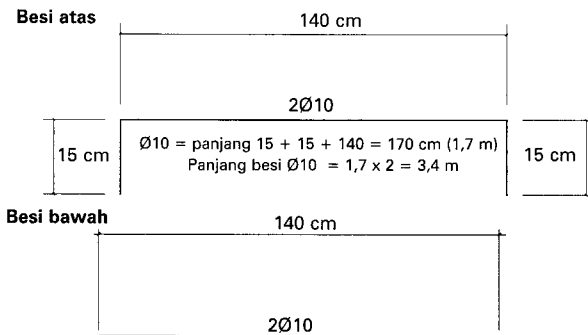
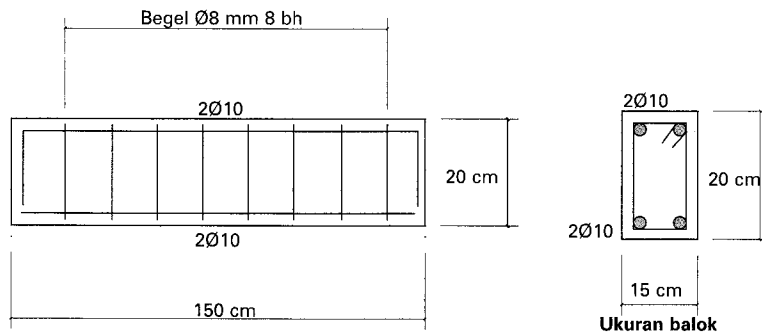


Pondasi - P2A



Pondasi - P2

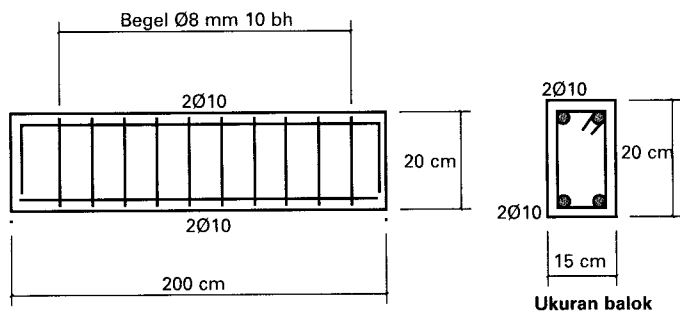
Perbaikan pondasi



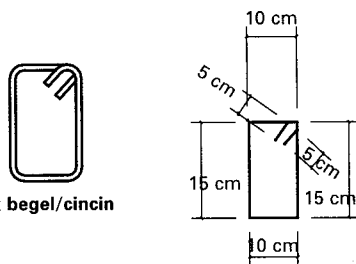
- Ø10 = panjang 140 cm (1,4 m)
- panjang besi Ø10 = $2 \times 140 \text{ cm} = 280 \text{ m}$ (2,8 m)
- Total panjang besi Ø10 = $3,4 + 2,8 = 6,2$ m
- Kebutuhan besi Ø10 = $6,2 : 12 = 0,52$ batang

- Jumlah balok B-4 = 5 bh
- Total kebutuhan besi Ø10 = $5 \text{ bh} \times 0,52 = 2,6$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $5 \text{ bh} \times 0,4 = 2,0$ batang

Penampang balok B-4 15 x 20



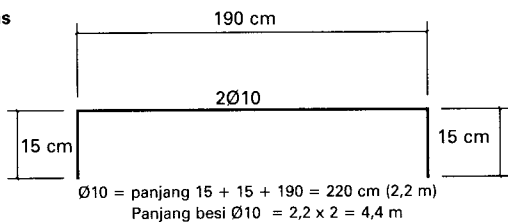
Ukuran balok



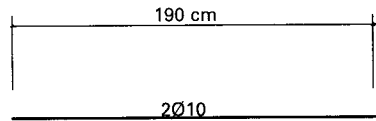
Bentuk begel/cincin

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $10 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 600 \text{ cm}$ (6,0 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $6,0 : 12 = 0,5$ batang

Besi atas

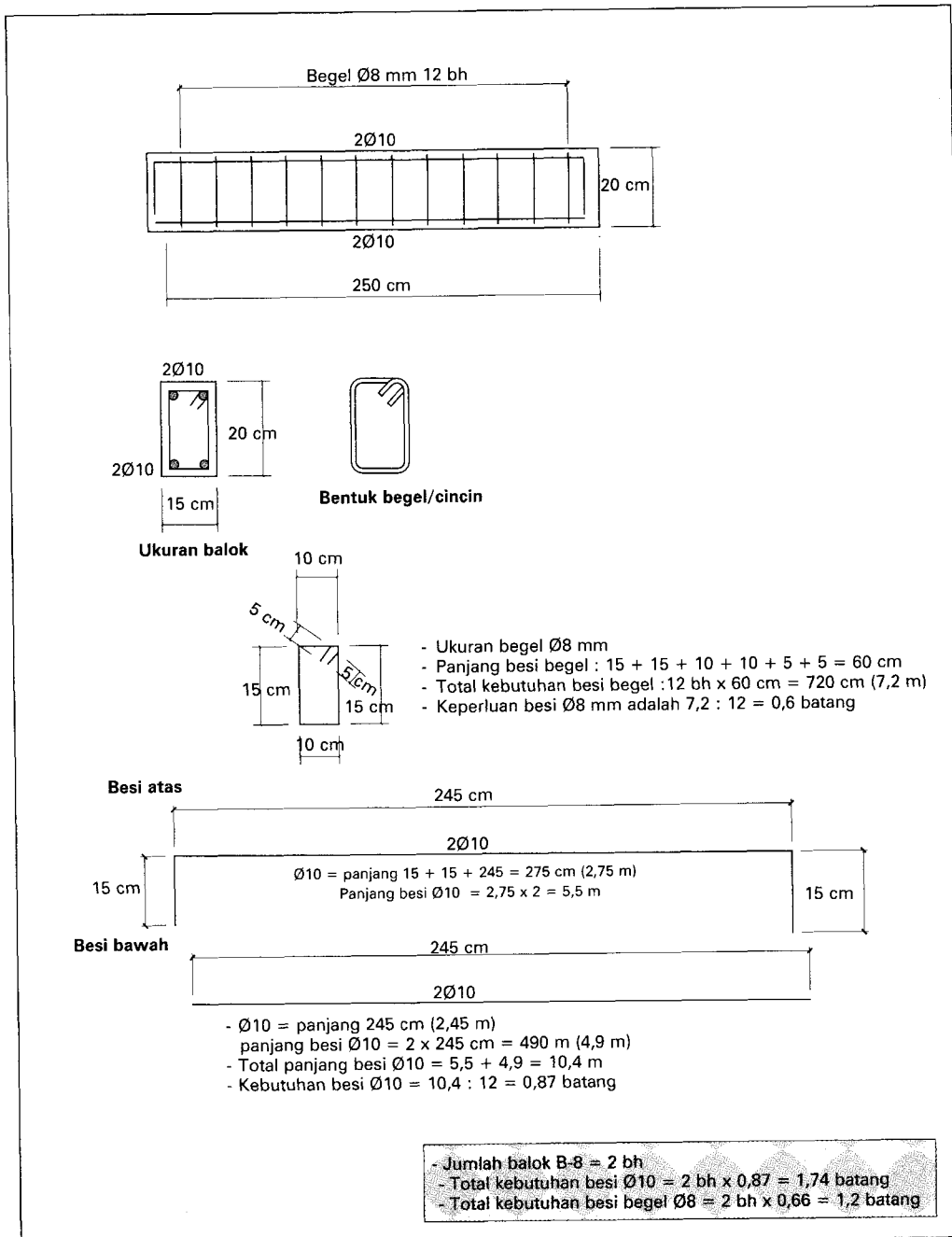


Besi bawah

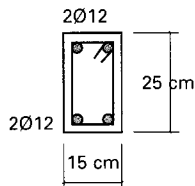
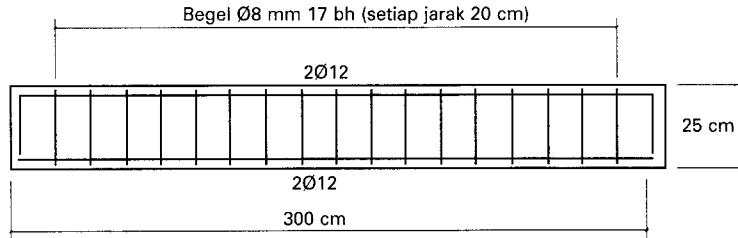


- Ø10 = panjang 190 cm (1,9 m)
- panjang besi Ø10 = $2 \times 190 \text{ cm} = 380 \text{ m (3,8 m)}$
- Total panjang besi Ø10 = $4,4 + 3,8 = 8,2 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø10 = $8,2 : 12 = 0,69$ batang

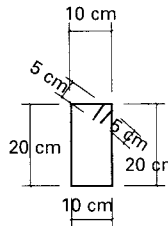
Penampang balok RB-4 15 x 20



Penampang balok B-8 15 x 20

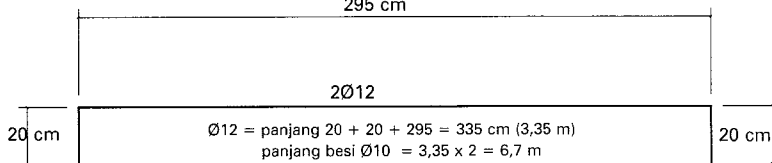


Ukuran balok

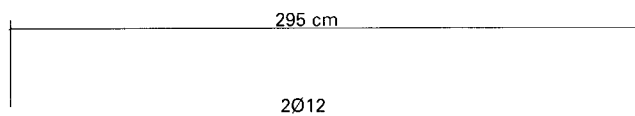


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $17 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.190 \text{ cm} (11,9 \text{ m})$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $11,9 : 12 = 1,0$ batang

Besi atas



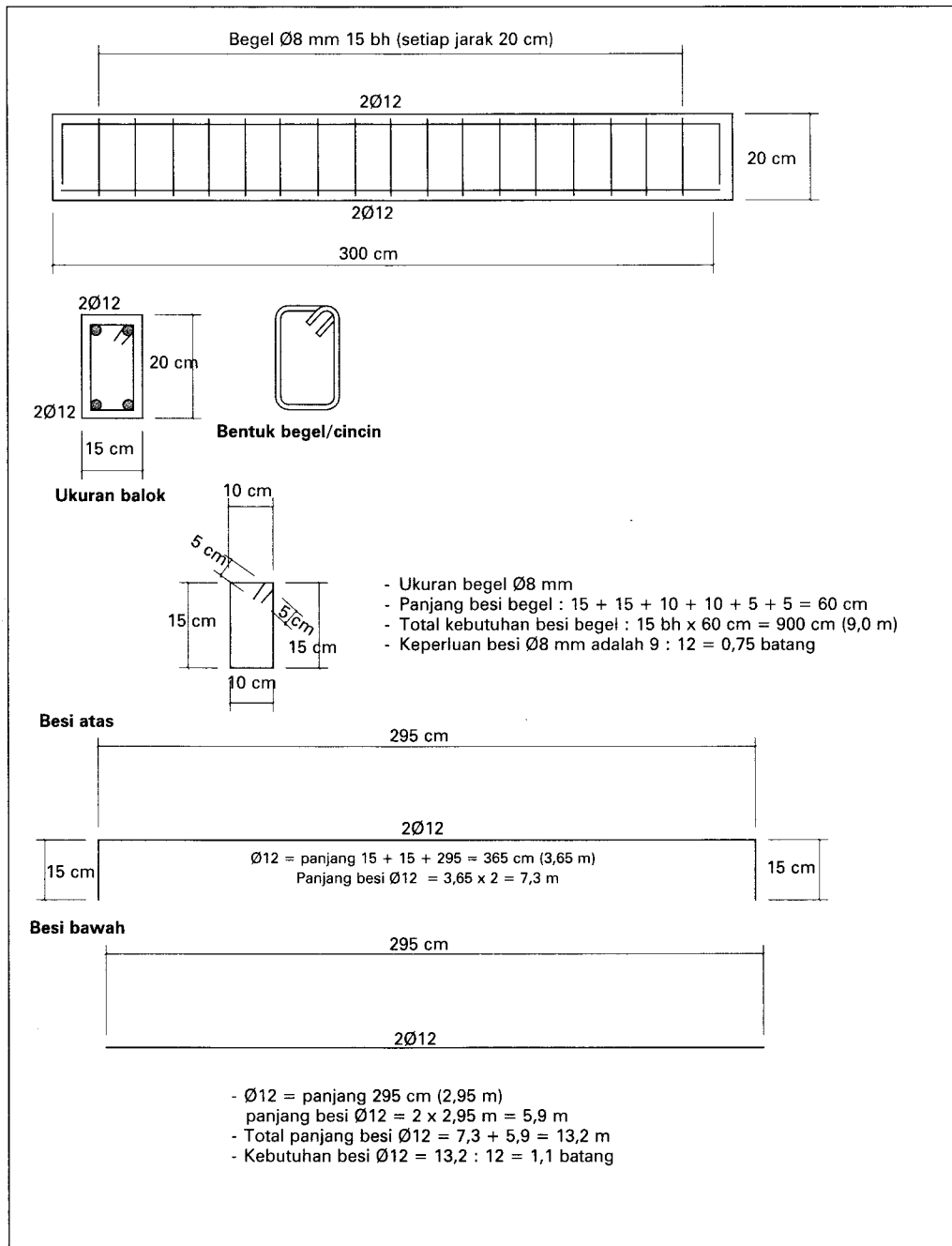
Besi bawah



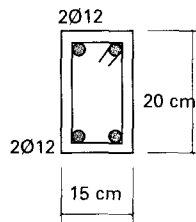
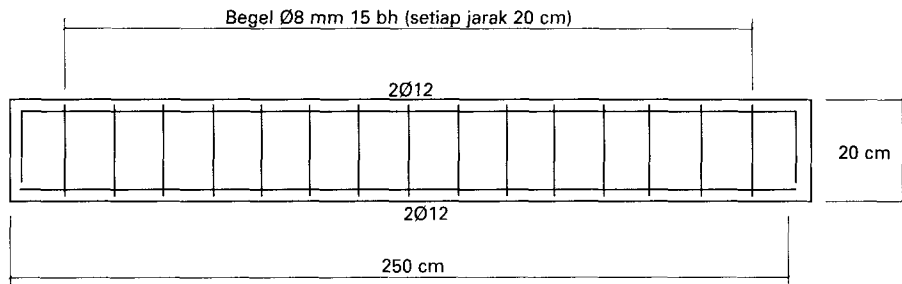
- Ø12 = panjang 295 cm (3,65 m)
- panjang besi Ø12 = $2 \times 3,65 \text{ m} = 5,9 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø12 = $6,7 + 5,9 = 12,6 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø12 = $12,6 : 12 = 1,05$ batang

- Jumlah balok RB-4 = 2 bh
- Total kebutuhan besi Ø12 = $2 \text{ bh} \times 1,05 = 2,1$ batang
- Total kebutuhan besi begel Ø8 = $2 \text{ bh} \times 1,0 = 2,0$ batang

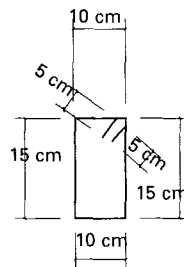
Penampang balok B-20 15 x 25



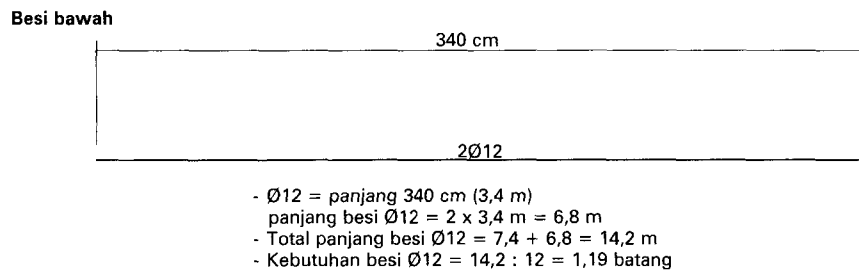
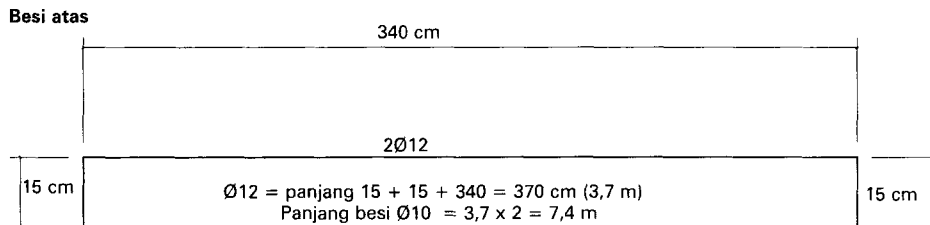
Penampang balok B-29 15 x 20



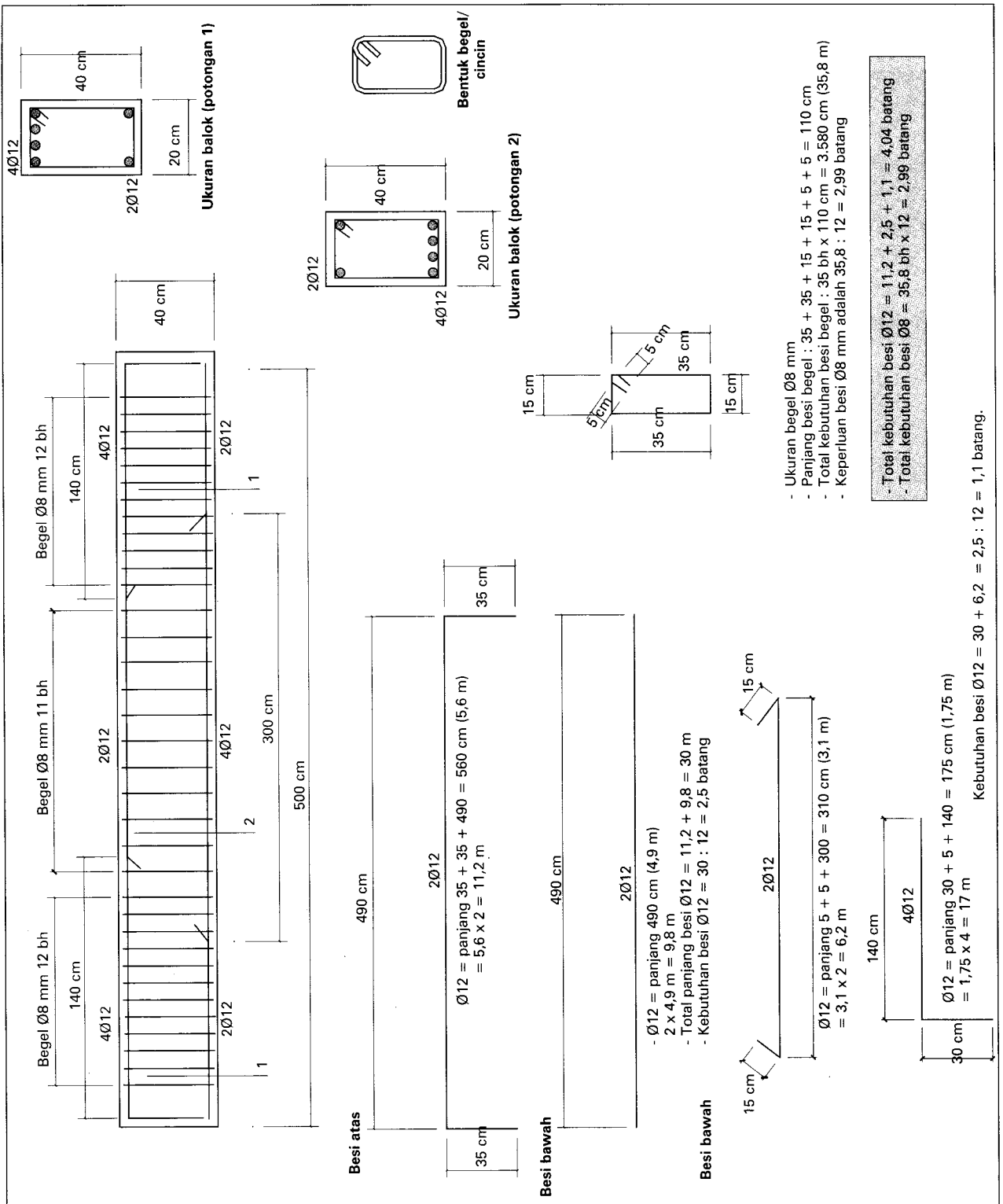
Bentuk begel/cincin

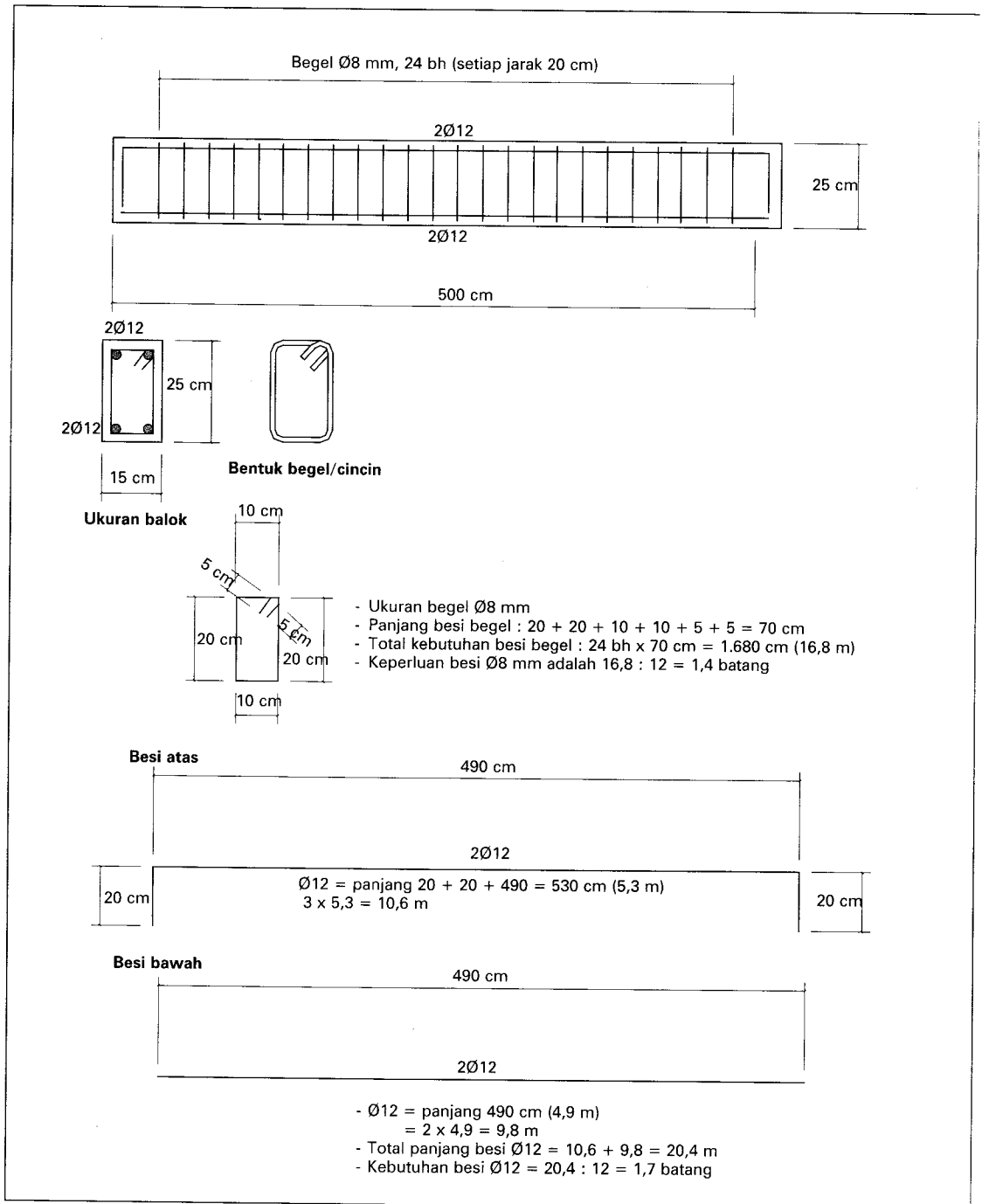


- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
- Total kebutuhan besi begel : $15 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 900 \text{ cm}$ (9,0 m)
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $9 : 12 = 0,75$ batang

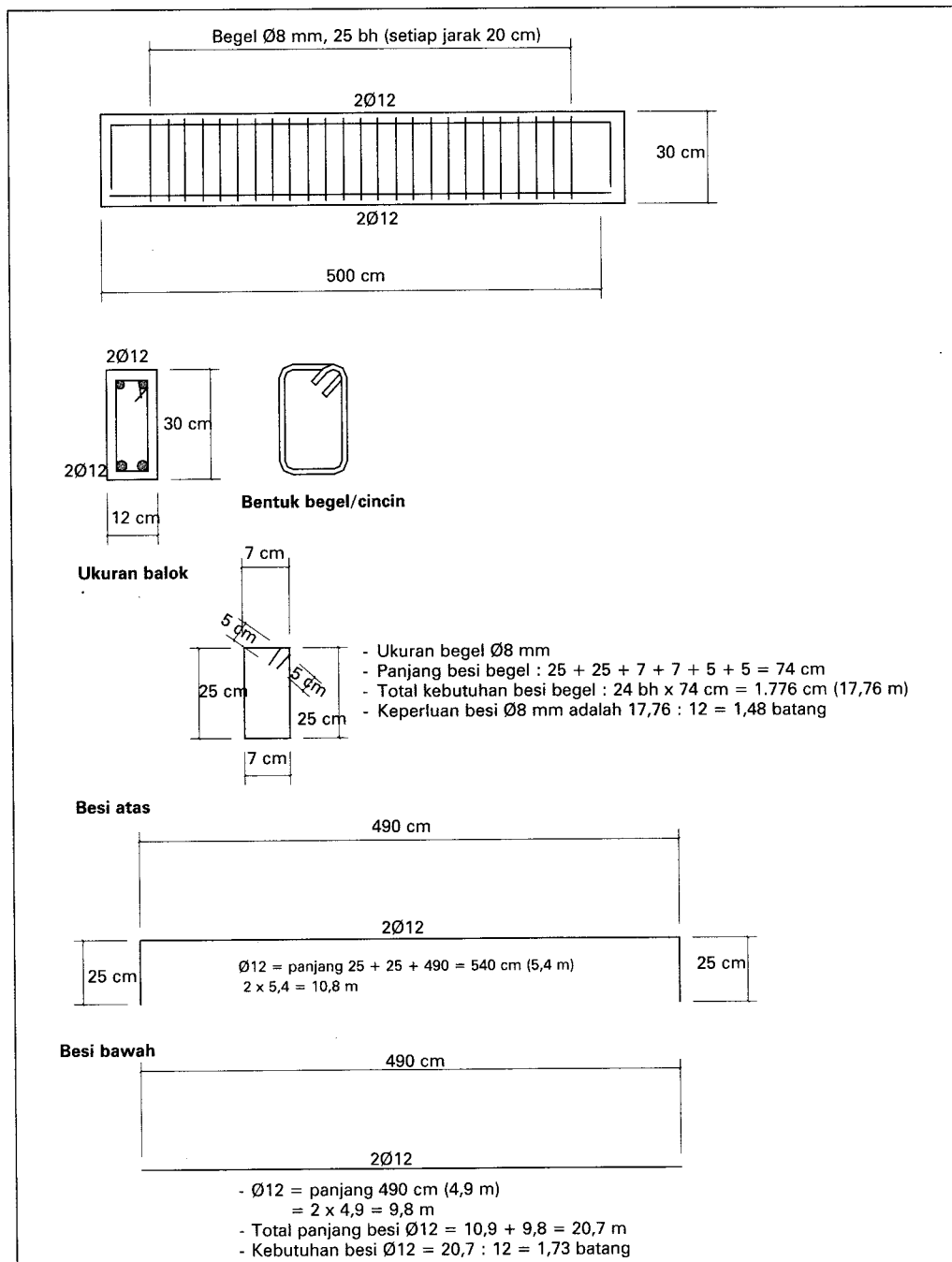


Penampang balok B-30 15 x 20

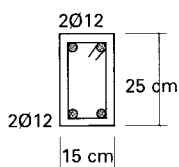
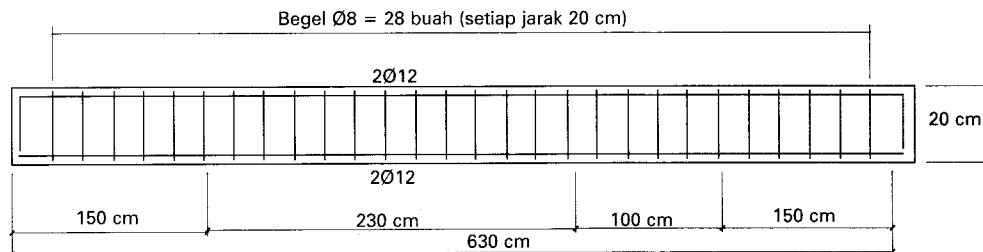




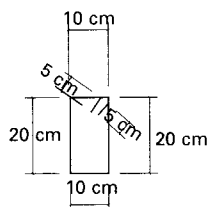
Penampang balok B-33 15 x 25



Penampang balok B-34 12 x 30

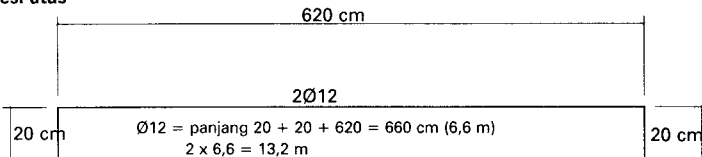


Ukuran balok

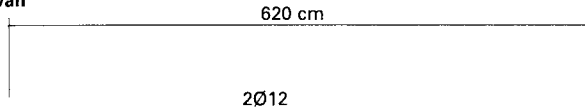


Bentuk begel/cincin

Besi atas



Besi bawah

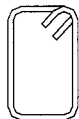
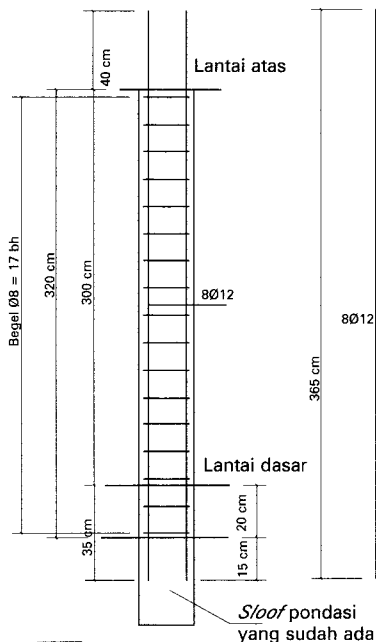


- Ø12 = panjang 620 cm (6,2 m)
 $2 \times 6,2 = 12,4 \text{ m}$
- Total panjang besi Ø12 adalah $13,2 + 12,4 = 25,6 \text{ m}$
- Kebutuhan besi Ø12 adalah $25,6 : 12 = 2,14 \text{ batang}$

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel : $20 + 20 + 10 + 10 + 5 + 5 = 70 \text{ cm}$
- Total kebutuhan besi begel : $28 \text{ bh} \times 70 \text{ cm} = 1.960 \text{ cm (19,6 m)}$
- Keperluan besi Ø8 mm adalah $19,6 : 12 = 1,64 \text{ batang}$

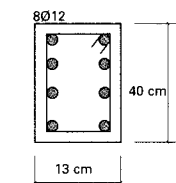
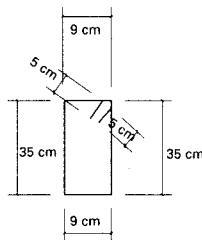
Penampang balok B-35A 15 x 25

Jumlah kolom = 2 bh



Bentuk begel/cincin

- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 6 bh, ukuran Ø12
- Panjang besi Ø12 = 8 bh x 365 cm = 2.920 cm (29,2 m)
- Total panjang besi Ø12 = 29,2 : 12 = 2,44 batang



Potongan kolom K4

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 35 + 35 + 9 + 9 + 5 + 5 = 98 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 98 cm = 1.666 cm (16,66 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 16,66 : 12 = 1,39 batang

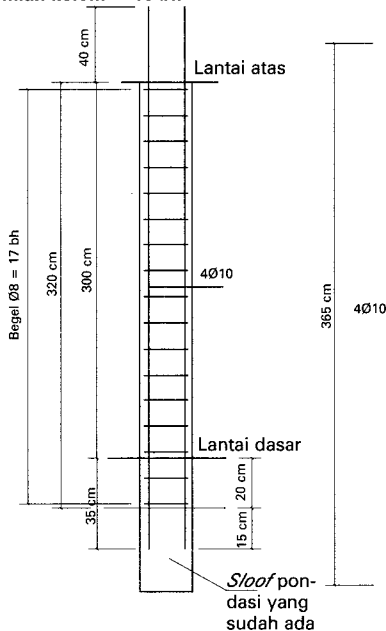
Jumlah kolom K4 = 2 bh

Total panjang besi Ø12 = 2 bh x 2,44 = 4,88 batang

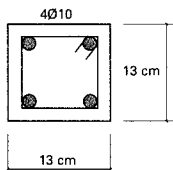
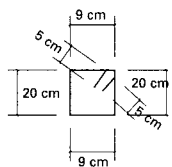
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 2 bh x 1,39 = 2,78 batang

Penampang kolom K4 13 x 40

Jumlah kolom = 10 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø10
- Panjang besi Ø10 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø10 = 14,6 : 12 = 1,22 batang



Potongan kolom K2

- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 48 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 48 cm = 816 cm (8,16 m)
- Kebutuhan besi Ø8 mm = 8,16 : 12 = 0,68 batang

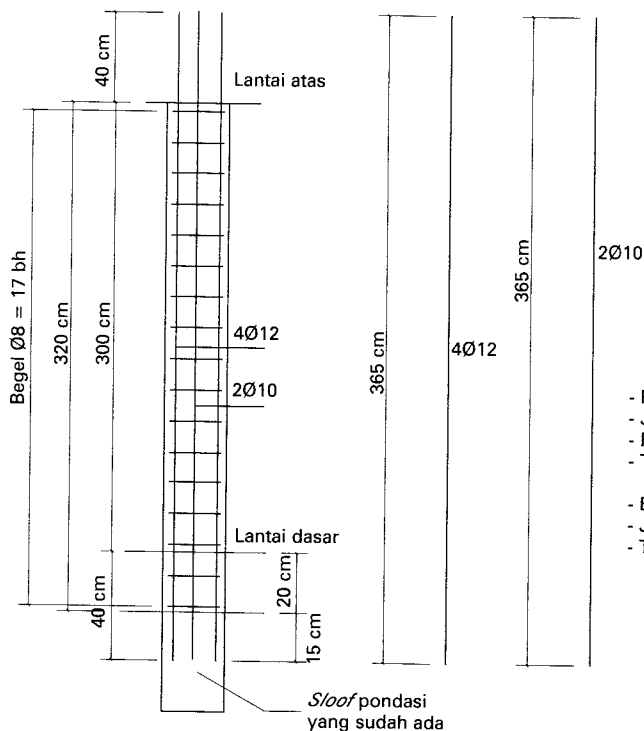
Jumlah kolom K2 = 10 bh

Total panjang besi Ø10 = 10 bh x 1,22 = 12,2 batang

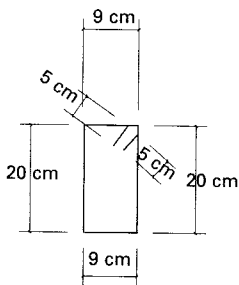
Total kebutuhan besi begel Ø8 = 10 bh x 0,68 = 6,88 batang

Penampang balok K-2 13 x 13

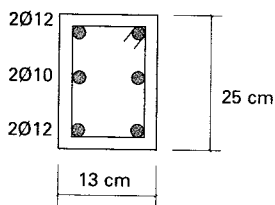
Jumlah kolom = 3 bh



- Panjang besi kolom = 365 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø12
- Panjang besi Ø12 = 4 bh x 365 cm = 1.460 cm (14,6 m)
- Total panjang besi Ø12 = 14,6 : 12 = 1,22 batang
- Besi ukuran Ø10 ada 2 bh
- Jumlah besi Ø10 = 2 bh x 365 cm = 730 cm (7,3 m)
- Total panjang besi Ø10 = 7,3 : 12 = 0,61 batang



- Ukuran begel Ø8 mm
- Panjang besi begel = 20 + 20 + 9 + 9 + 5 + 5 = 68 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 68 cm = 1.156 cm (11,56 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 11,56 : 12 = 0,97 batang



Potongan kolom K1A

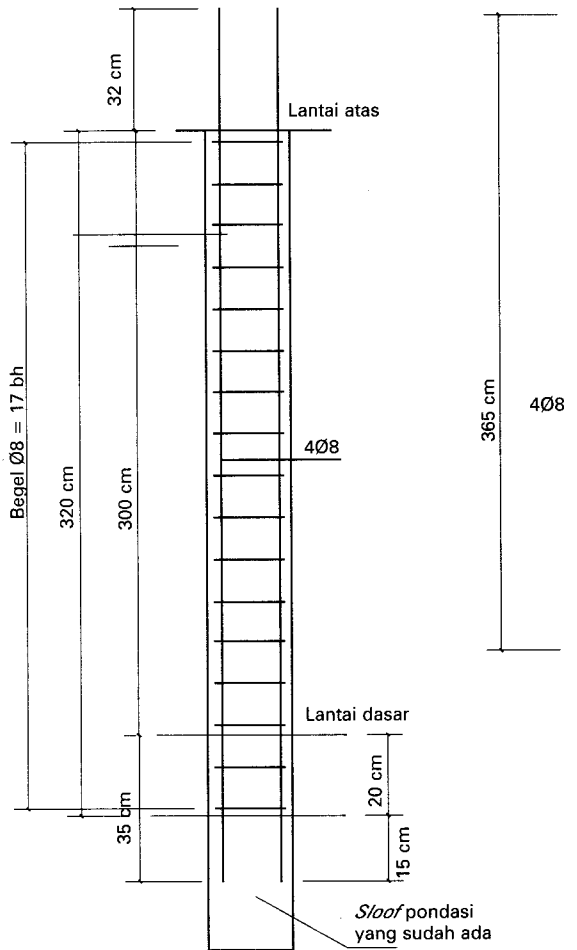


Bentuk begel/cincin

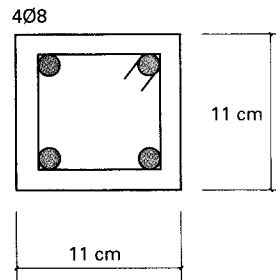
Jumlah kolom K1 = 3 bh
 Total kebutuhan panjang besi Ø12 = 3 bh x 1,22 = 3,66 batang
 Total kebutuhan panjang besi Ø10 = 3 bh x 0,61 = 1,83 batang
 Total kebutuhan besi begel Ø8 = 3 bh x 0,97 = 2,91 batang

Penampang kolom KP1A, 13 x 25

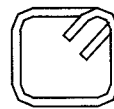
Jumlah kolom = 6 bh



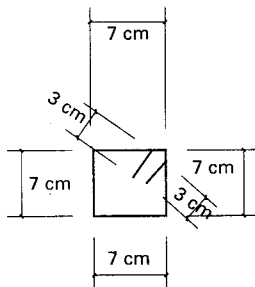
- Panjang besi kolom = 367 cm
- Jumlah besi per kolom = 4 bh, ukuran Ø8
- Panjang besi Ø8 = 4 bh x 367 cm = 1.468 cm (14,68 m)
- Total panjang besi Ø8 = 14,68 : 12 = 1,23 batang



Potongan kolom KP



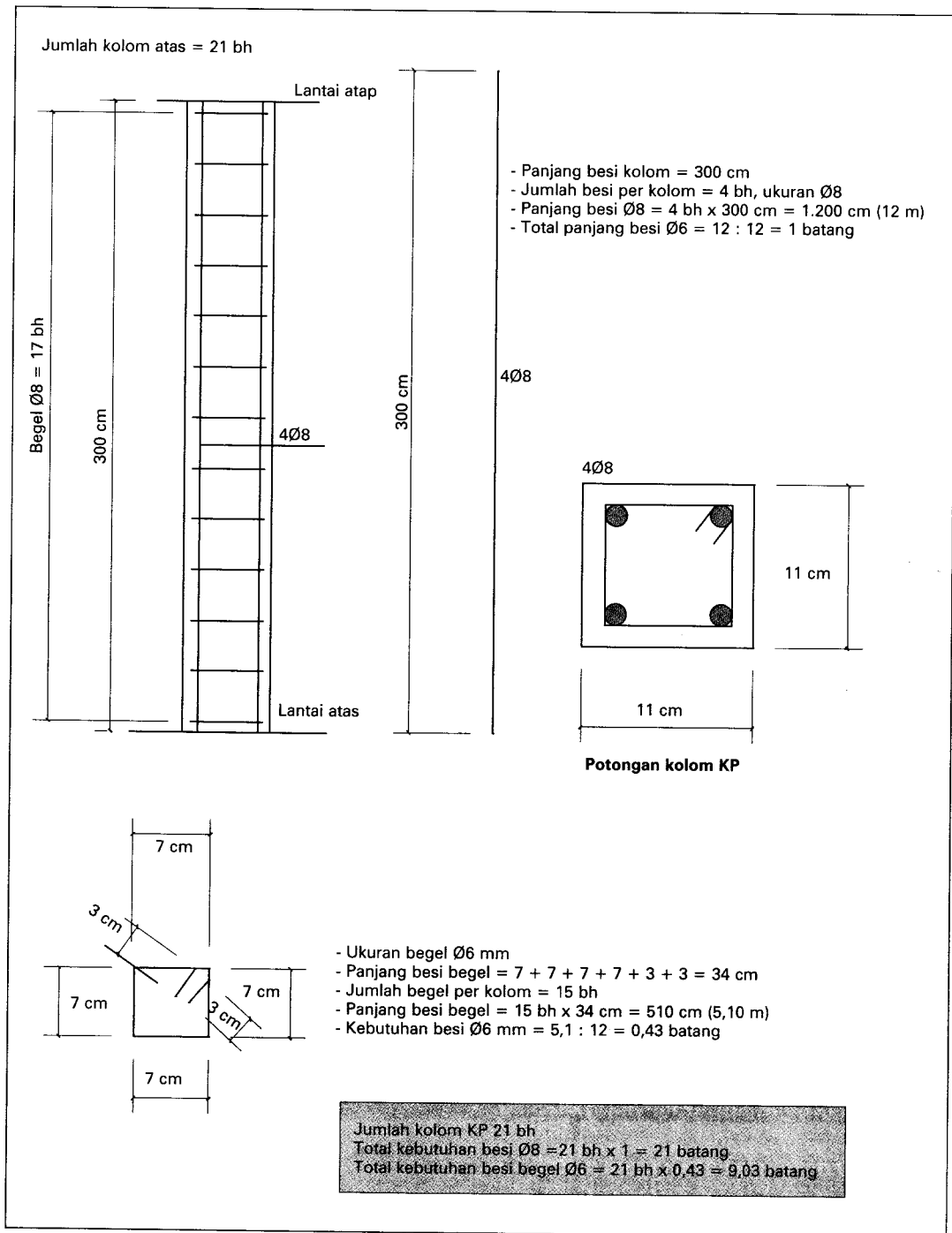
Bentuk begel/cincin



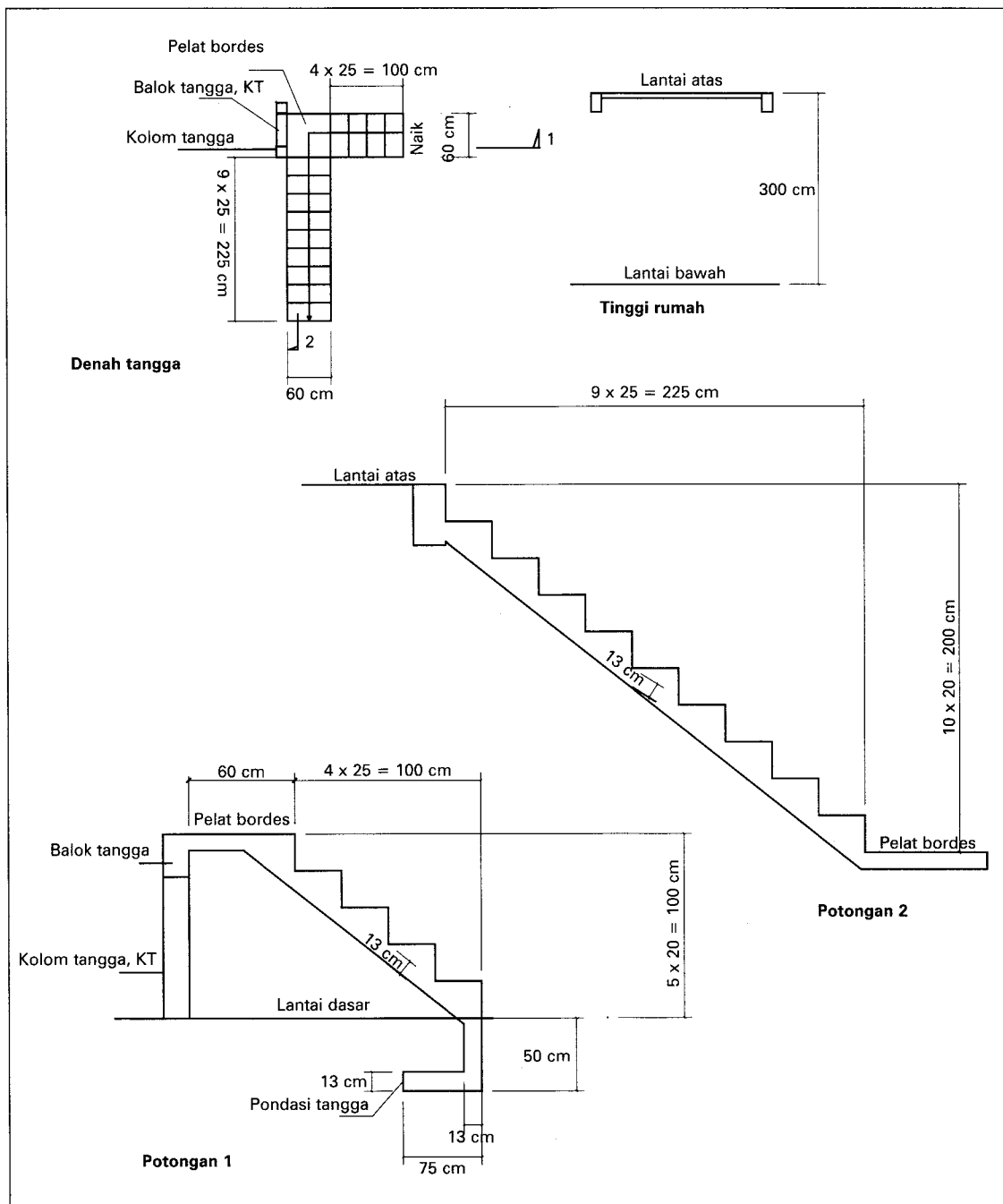
- Ukuran begel Ø6 mm
- Panjang besi begel = 7 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 = 34 cm
- Jumlah begel per kolom = 17 bh
- Panjang besi begel = 17 bh x 34 cm = 578 cm (5,78 m)
- Kebutuhan besi Ø6 mm = 5,78 : 12 = 0,49 batang

Jumlah kolom KP 6 bh
 Total kebutuhan panjang besi Ø8 = 6 bh x 1,23 = 7,38 batang
 Total kebutuhan besi begel Ø6 = 6 bh x 0,49 = 2,94 batang

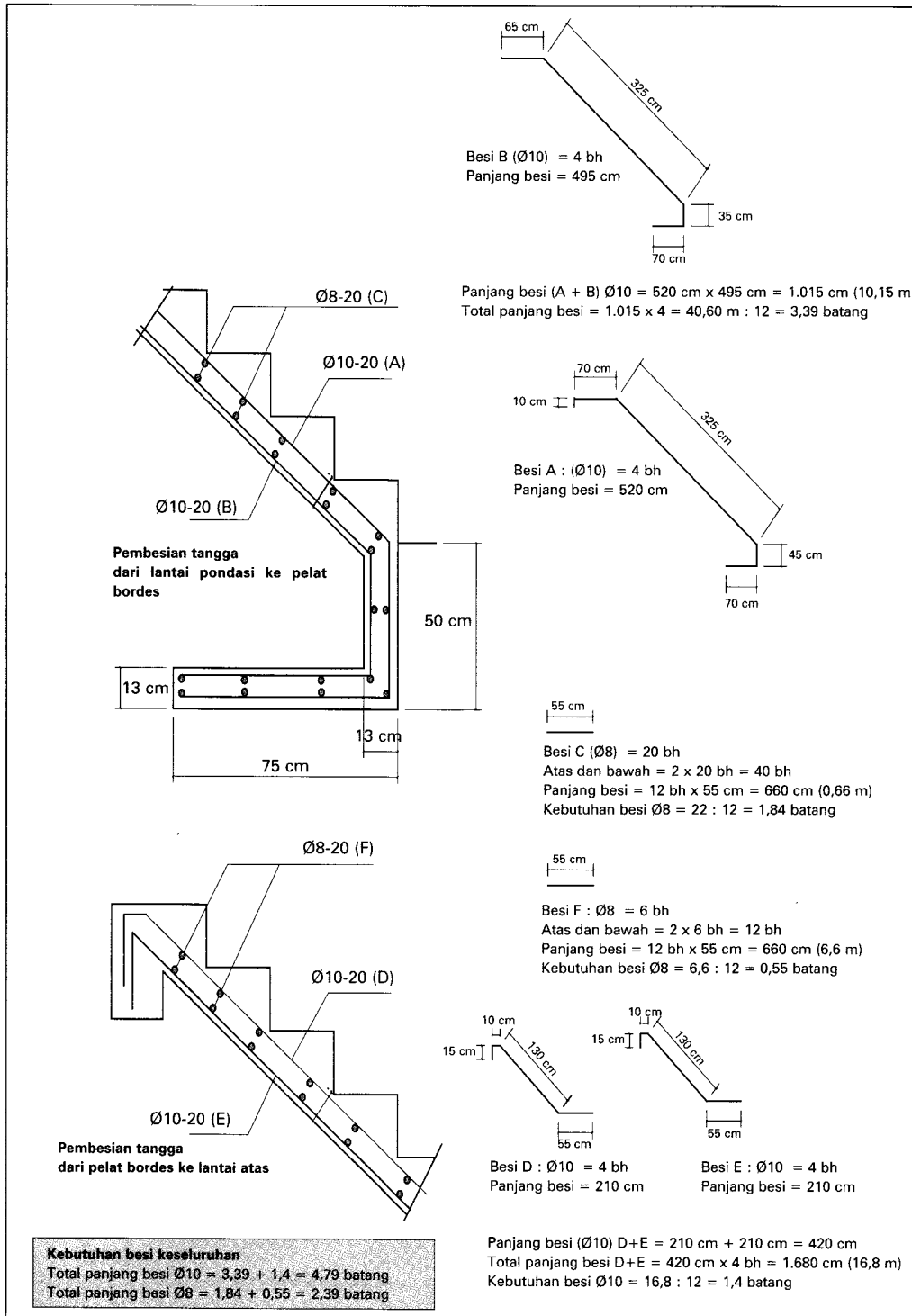
Penampang kolom KP, 11 x 11



Penampang kolom KP, 11 x 11

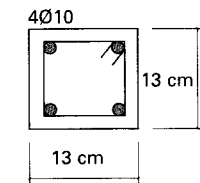
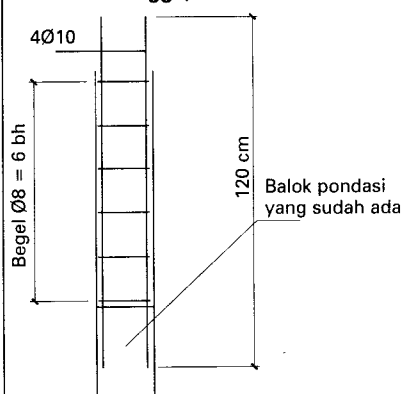


Tangga tipe 2

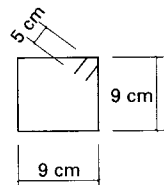


Besi tangga tipe-2

Kolom tangga, KT



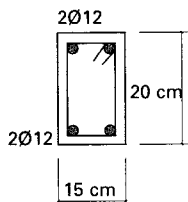
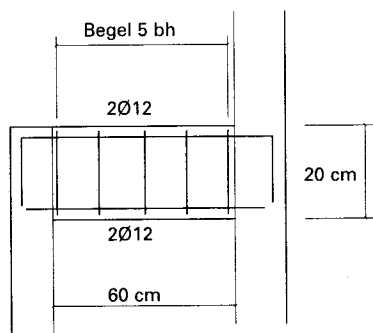
Potongan kolom, KT



Begel kolom

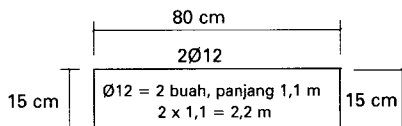
Panjang besi kolom KT = 120 cm
 Kebutuhan begel Ø8 mm = 6 bh
 Panjang begel = $9 + 9 + 9 + 9 + 5 + 5 = 46$ cm
 Total besi begel = $6 \text{ bh} \times 46 \text{ cm} = 276 \text{ cm}$ (2,76 m)
 Kebutuhan besi Ø8 = $2,76 : 12 = 0,23$ batang
 Panjang besi kolom KT Ø10 = $4 \text{ bh} \times 120 \text{ cm} = 480 \text{ cm}$ (4,8 m)
 Kebutuhan besi Ø10 = $4,8 : 12 = 0,4$ batang

Penampang balok tangga 15 x 20

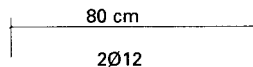


Ukuran balok

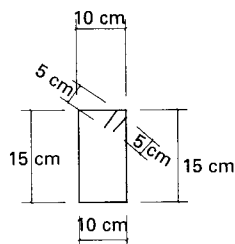
Besi atas



Besi bawah

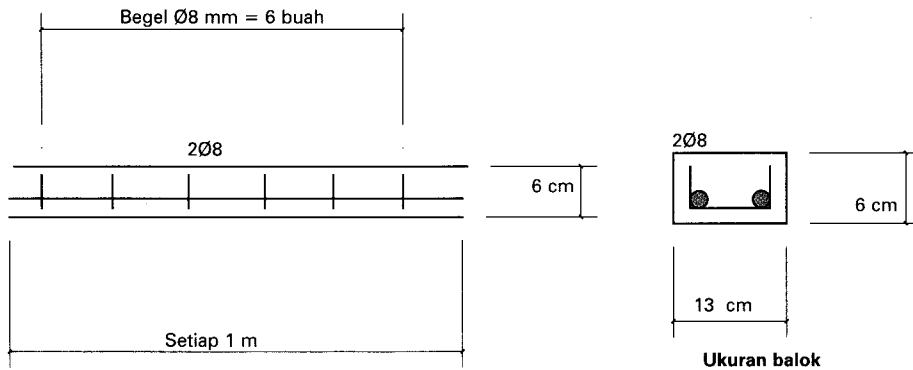


- Ø12 = 2 bh panjang 80 cm
 = $2 \times 80 = 160 \text{ cm}$ (1,6 m)
 - Kebutuhan besi Ø12 = $2,2 + 1,6 = 0,25$ batang

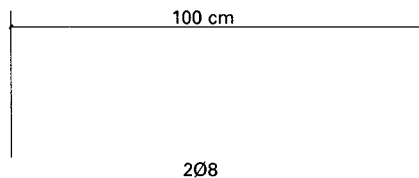


- Ukuran begel Ø8 mm
 - Panjang besi begel : $15 + 15 + 10 + 10 + 5 + 5 = 60$ cm
 - Total kebutuhan besi begel : $5 \text{ bh} \times 60 \text{ cm} = 300 \text{ cm}$ (3 m)
 - Keperluan besi Ø8 mm adalah $3 : 12 = 0,25$ batang

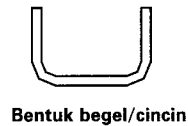
Kolom dan balok tangga tipe 2



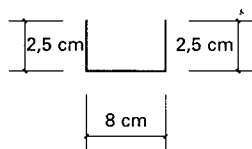
Besi bawah



Keperluan Ø8 untuk setiap 1 m balok :
 $\text{Ø8} = \text{panjang } 100 \text{ cm (1 m)}$
 $2 \times 1 = 2 \text{ m}$



Bentuk begel/cincin



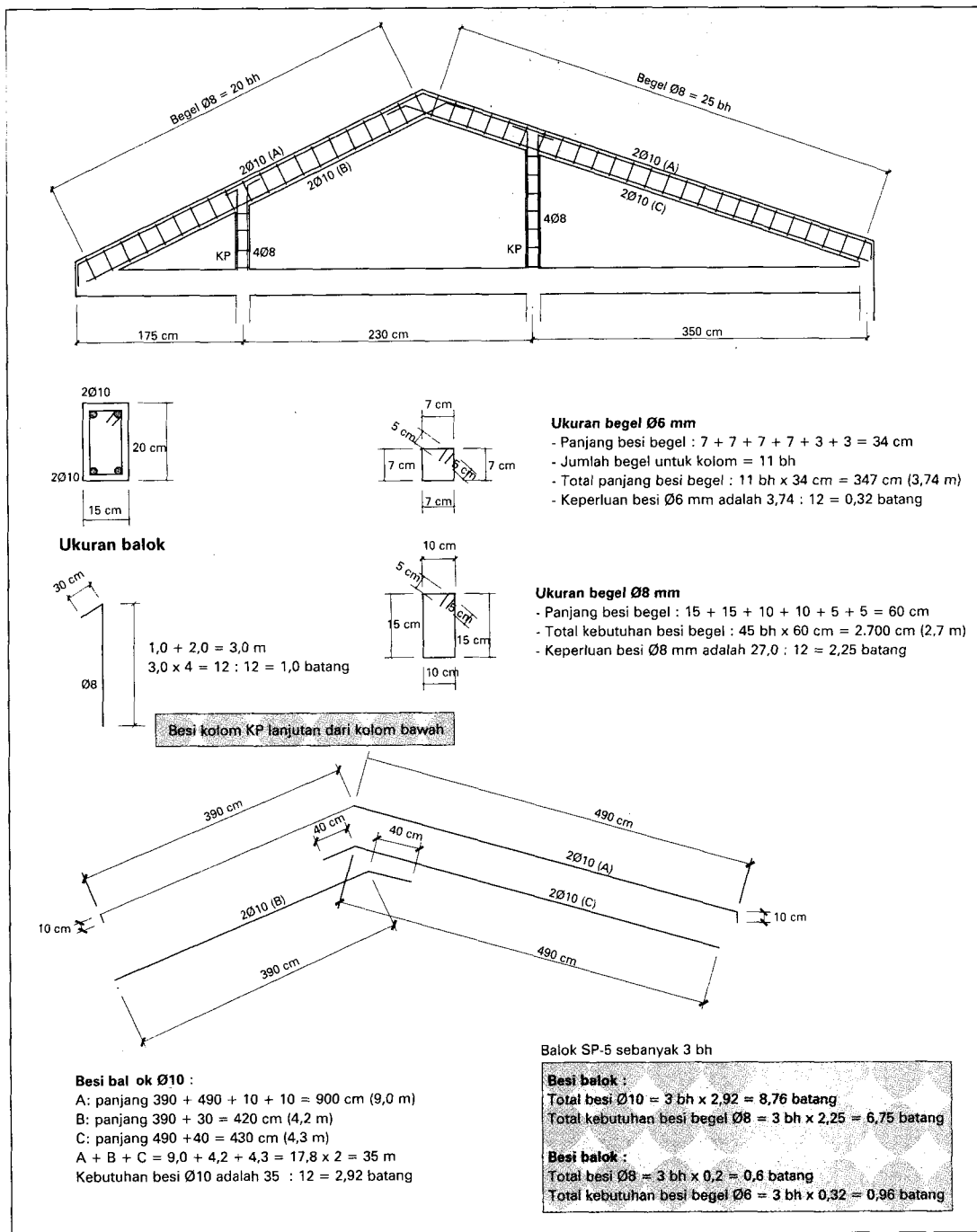
Potongan kolom KP1

Keperluan begel untuk setiap 1 m balok :
 Ukuran begel Ø6 mm
 Panjang besi begel : $8 + 2,5 + 2,5 = 13 \text{ cm}$
 Total panjang besi begel : $6 \text{ bh} \times 13 \text{ cm} = 78 \text{ cm (0,78 m)}$

Keperluan besi untuk seluruh balok :
 Ukuran balok RB-5 = 42,8 m
 Panjang besi Ø8 : $42,8 \times 2 = 85,6 \text{ m}$
 Kebutuhan besi Ø8 = $85,6 : 12 \text{ bh} = 7,14 \text{ batang}$

Keperluan begel untuk seluruh balok :
 Panjang balok RB-5 = 42,8 m
 Kebutuhan begel Ø6 : $42,8 \times 6 \text{ bh} = 256 \text{ bh}$
 Panjang begel seluruhnya = $256 \text{ bh} : 13 \text{ cm} = 3.328 \text{ cm (33,28 m)}$
 Kebutuhan besi Ø6 = $33,28 : 12 \text{ bh} = 2,78 \text{ batang}$

Penampang balok RB-5 13 x 6



Penampang balok sopi-sopi SP-5 15 x 20

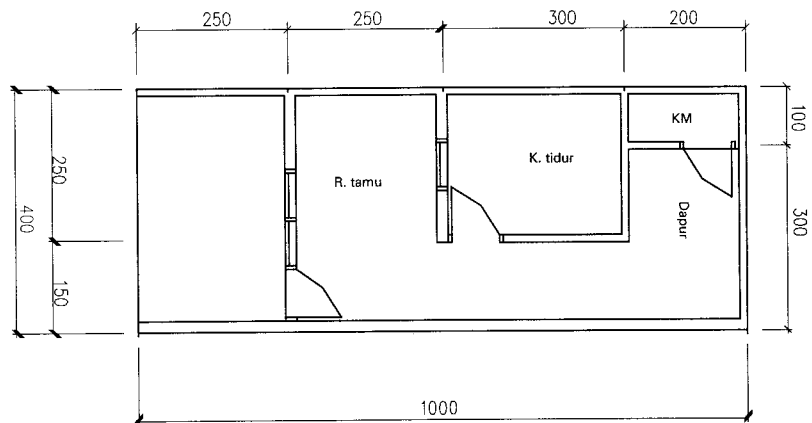
G. Denah Konstruksi untuk Bangunan Tipe lain

Untuk tipe rumah lainnya telah dibuatkan denah sistem pembalokan beserta tipe-tipe baloknya. Sebagai panduan untuk melihat tipe baloknya dapat dilihat pada gambar rumah mulai halaman 57—174.

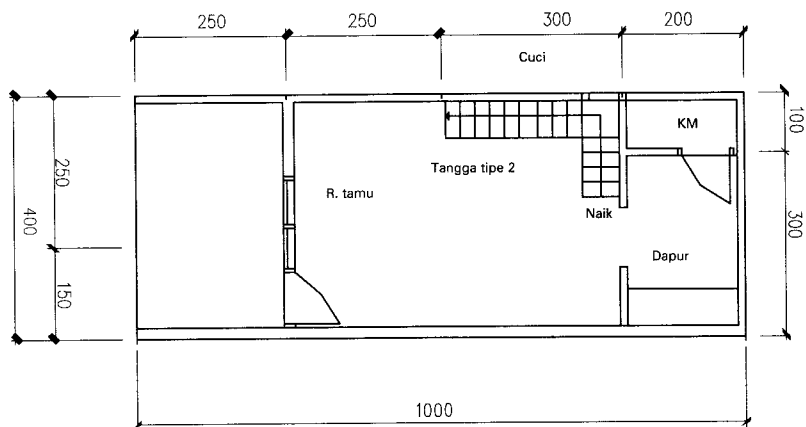
Untuk membaca gambar denah bangunan tingkat tipe lain, sebaiknya diperhatikan beberapa ketentuan berikut ini.

- 1) Jika dibaca jenis baloknya tentu tidak akan sama detailnya dengan detail balok yang ada pada gambar halaman 57—174. Pembaca hanya tinggal menyesuaikan panjang baloknya saja, sehingga balok akan lebih pendek dan sebaliknya. Akan tetapi, detailnya tetap memakai gambar contoh, misalnya dimensi balok dan pembesian balok. Untuk besi, jumlahnya tidak boleh dikurangi, tetapi boleh ditambah.
- 2) Balok sopi-sopi diambil tipe SP-3. Penyesuaian dilakukan pada panjang dan kemiringan atap, total ukuran, dan pembesian tetap. Tangga yang dipakai di dalam gambar ini adalah tangga tipe-2 karena model inilah yang pas untuk rumah tipe sederhana.
- 3) Bangunan dengan lebar tanah di atas 8 m tidak disajikan dalam buku ini karena bangunan jenis ini termasuk rumah menengah ke atas. Bangunan tersebut dapat didesain sendiri dengan ahli arsitektur dan struktur.
- 4) Untuk model tampak depan tidak disajikan, sehingga pemilik bangunan dapat memilih tipe bangunan yang dikehendaki.
- 5) Bentuk atap dipilih model pelana karena dapat menghemat rangka atap. Bahan penutup juga diberikan dua jenis, bagian depan dianjurkan memakai genteng berglazur atau genteng lain yang sedang tren. Sementara bagian belakang memakai atap asbes karena nilainya yang ekonomis, sehingga dapat menekan pembengkakan biaya.

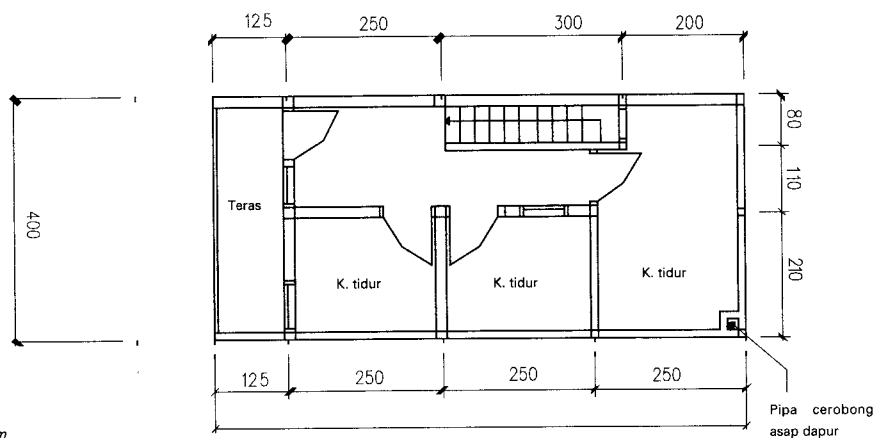
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi

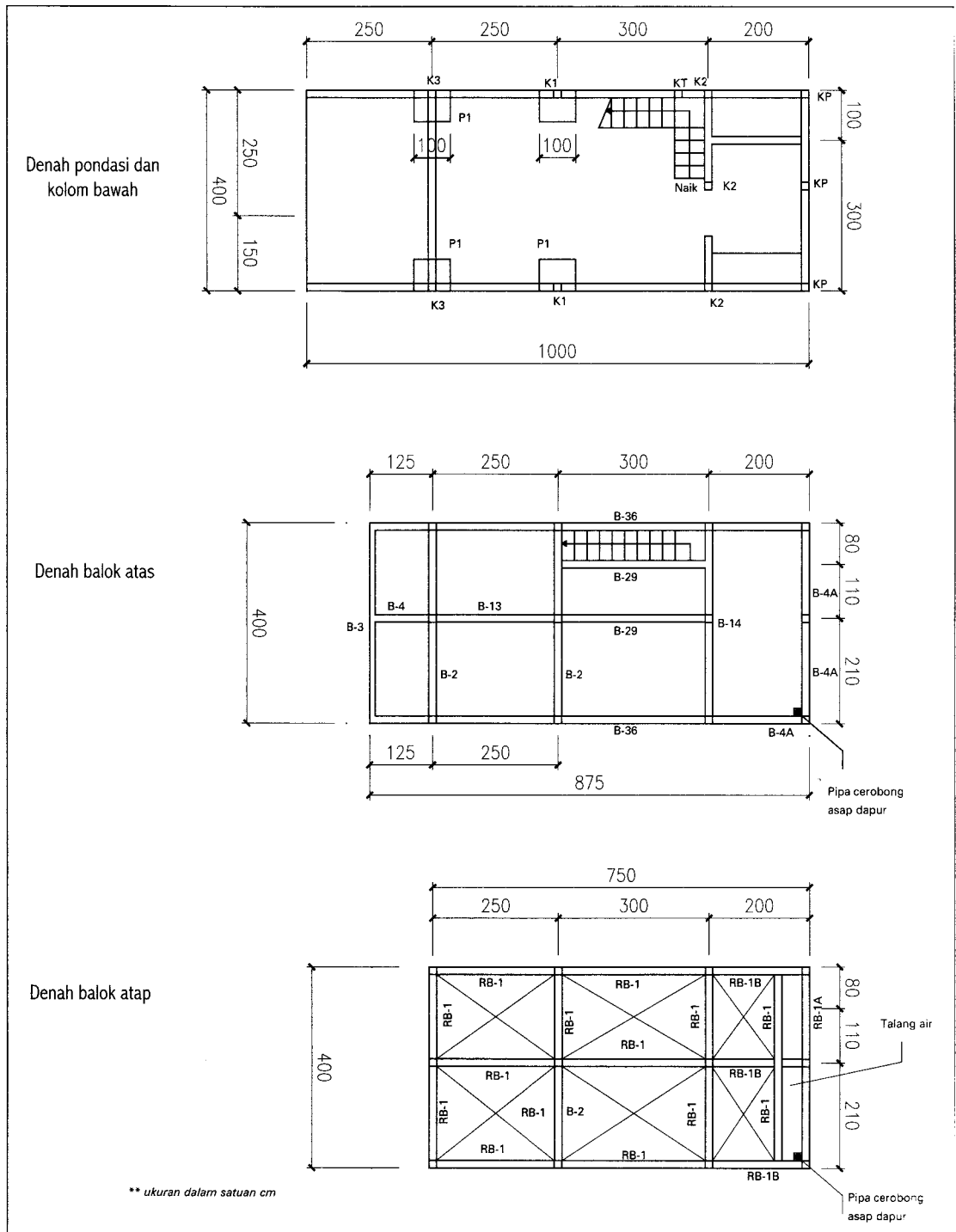


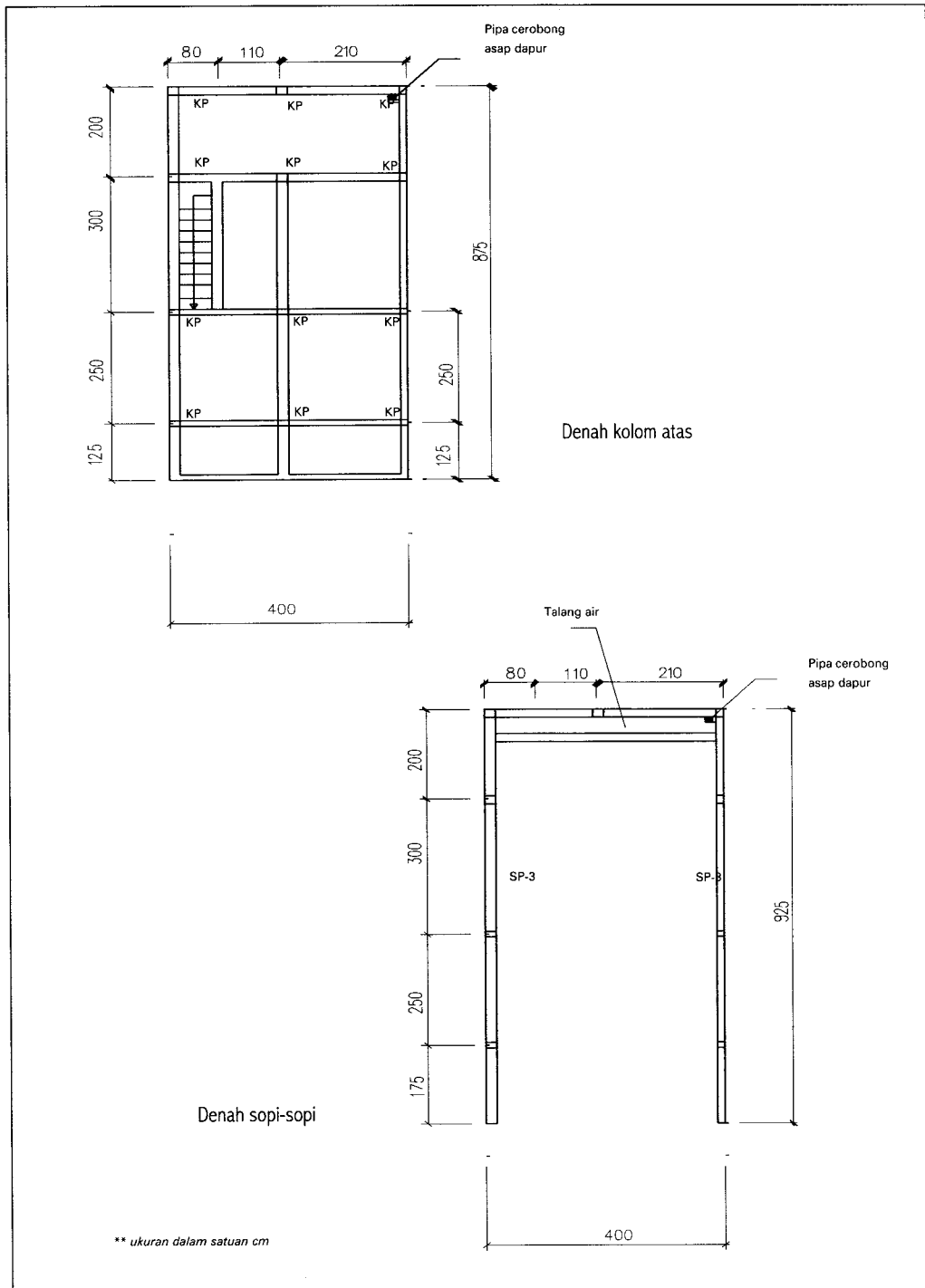
Denah lantai atas



** ukuran dalam satuan cm

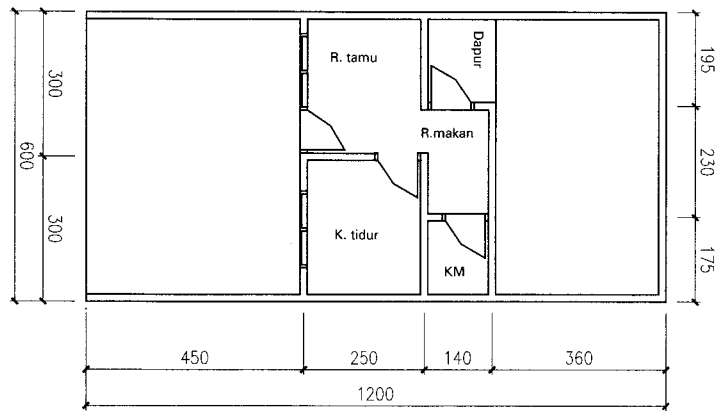
Denah meningkat rumah tipe 30/40 (1)



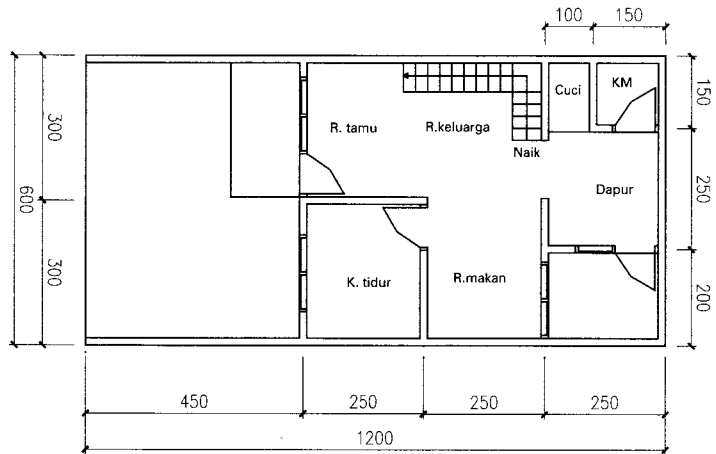


Denah meningkat rumah tipe 30/40 (3)

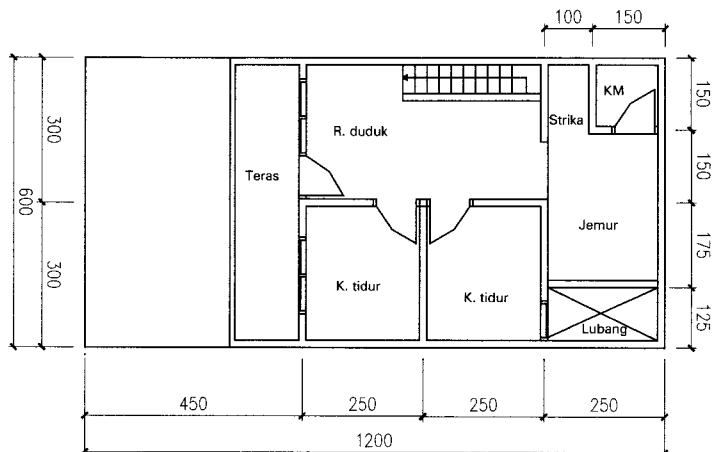
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



Denah lantai atas



** ukuran dalam satuan cm

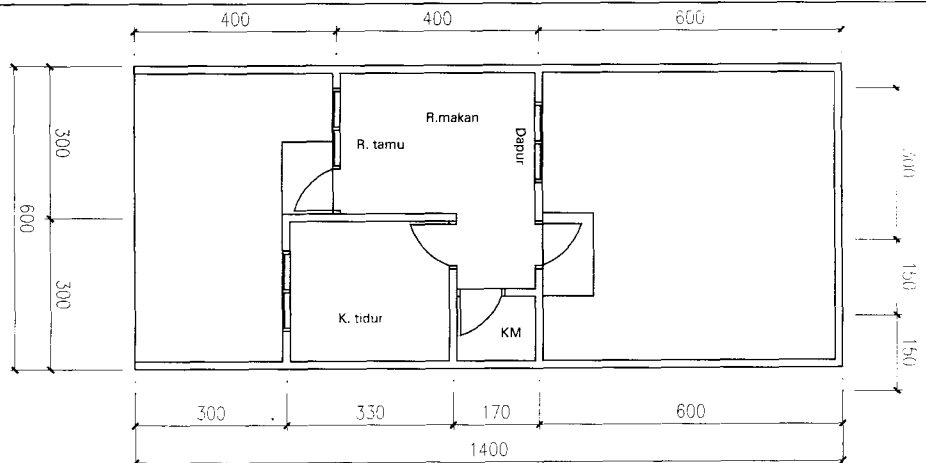
Denah meningkat rumah tipe 24/72 (1)

The floor plan shows a building with overall dimensions of 1200 units in width and 600 units in depth. The depth is divided into three 300-unit sections. The width is divided into four sections: 450, 250, 250, and 250 units. The plan includes a staircase labeled 'Naik' (Up) and several rooms labeled 'K2', 'K3', and 'KP'. A 'KT' label is also present near the staircase. The right side of the plan has vertical dimensions of 50, 250, and 200 units, and horizontal dimensions of 100 and 150 units at the top right.

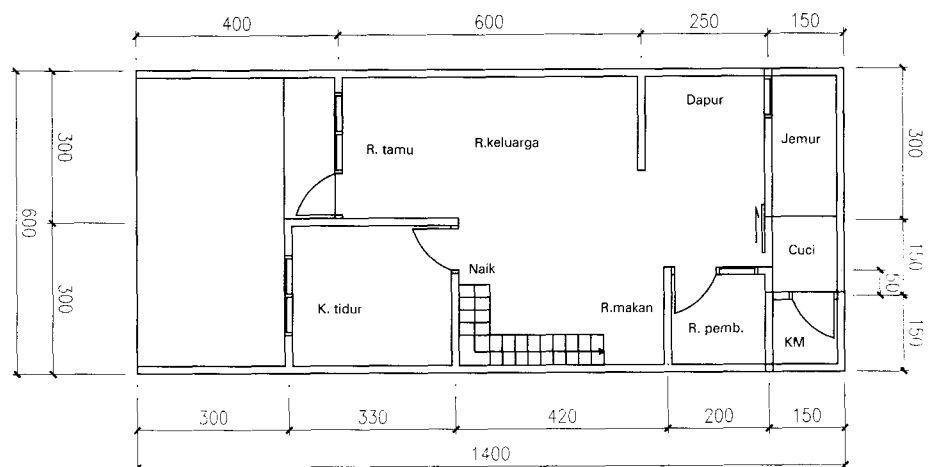
Technical drawing of a rectangular structure, likely a wall or partition, showing dimensions and labels. The overall dimensions are 1200 (width) by 600 (height). The structure is divided into sections by vertical and horizontal lines. The top section is 300 high, and the bottom section is 300 high. The width is divided into four sections: 450, 250, 250, and 250. The total width is 1200. The height is divided into two main sections: 300 and 300. The top section is further divided into a 100 wide section on the left and a 150 wide section on the right. The bottom section is divided into a 100 wide section on the left and a 150 wide section on the right. The labels 'RB-1' are placed in various sections, indicating a specific material or component. The drawing includes a small detail view of a corner joint in the top right corner, showing the intersection of two walls.

Denah mening-
kat rumah tipe
24/72 (2)

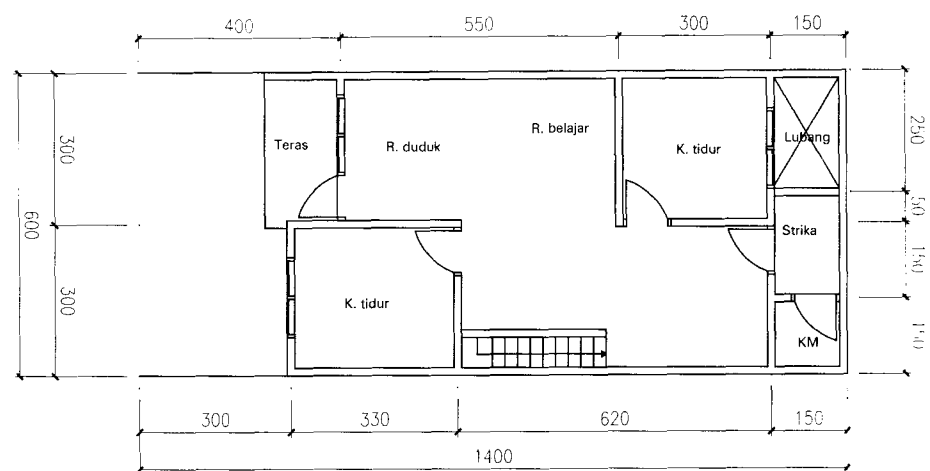
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



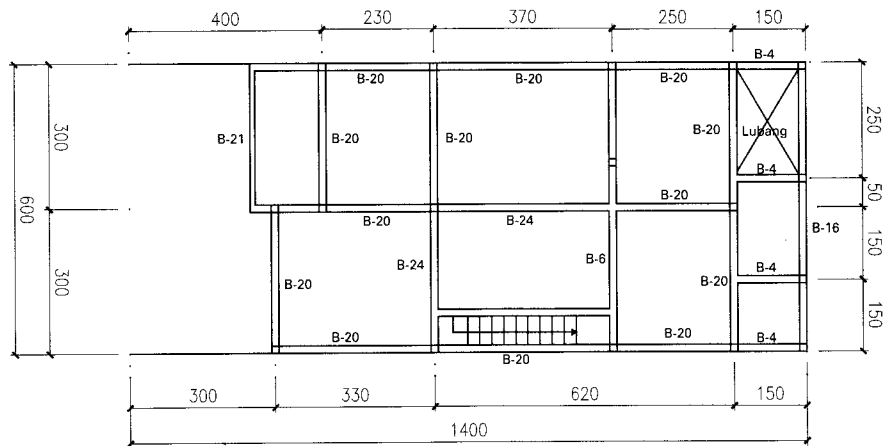
Denah lantai atas



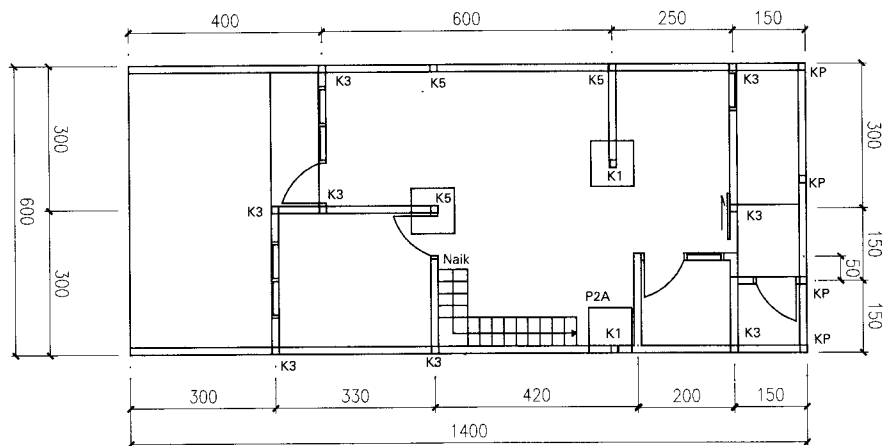
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 27/84 (1)

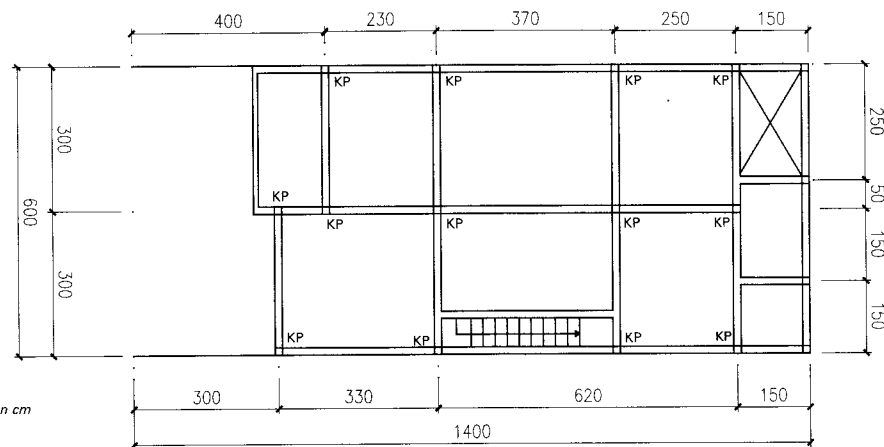
Denah balok atas



Denah pondasi dan kolom bawah

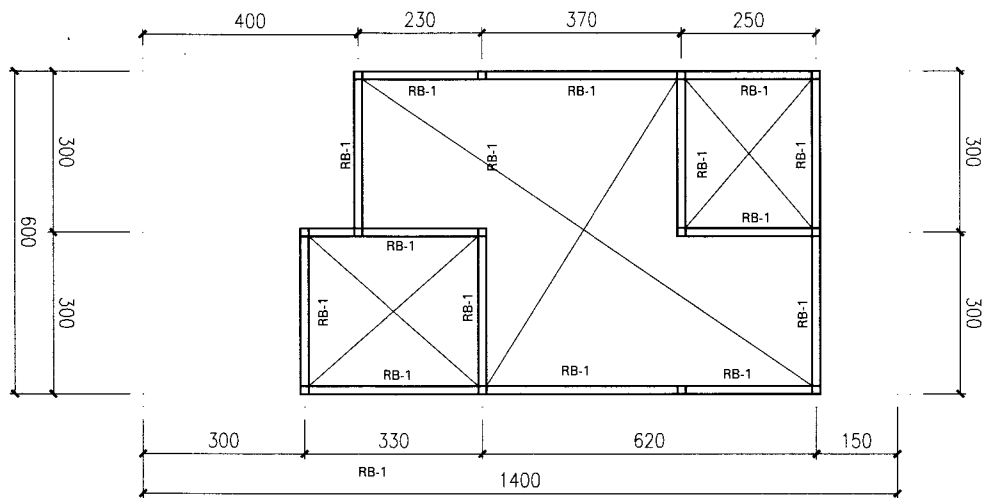


Denah kolom atas

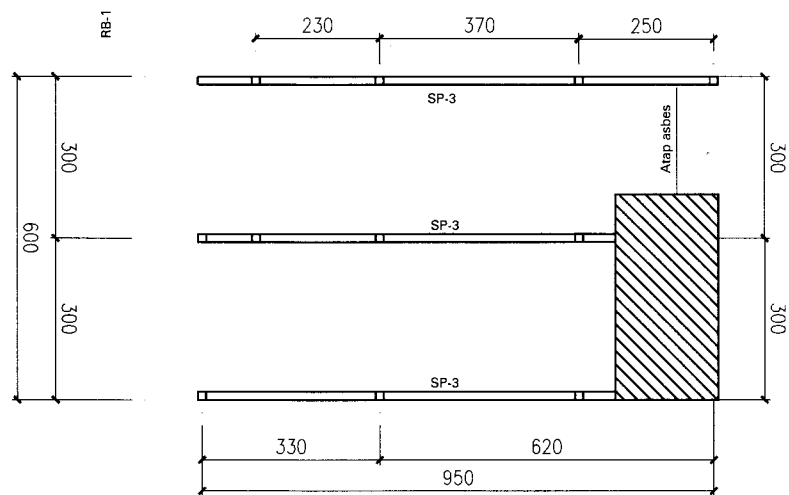


** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 27/84 (2)



Denah ring balok

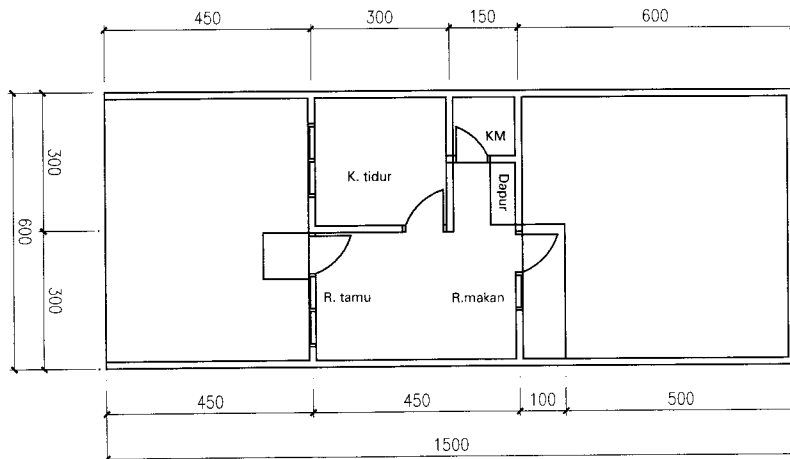


Denah sopi-sopi

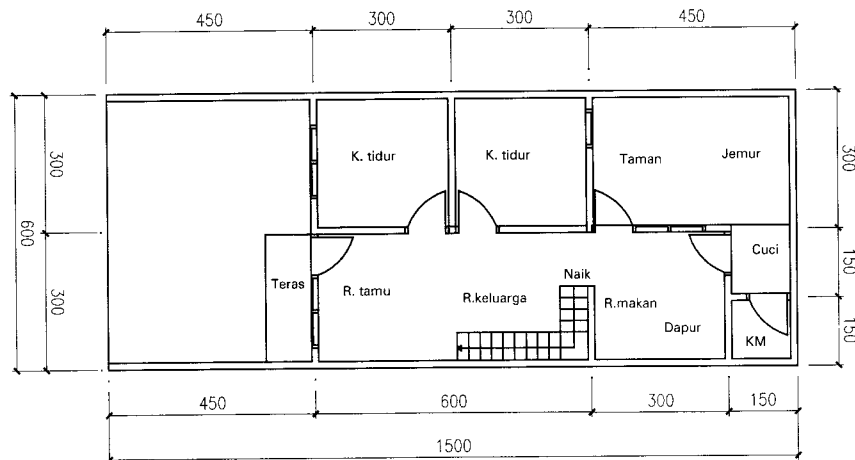
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 27/84 (3)

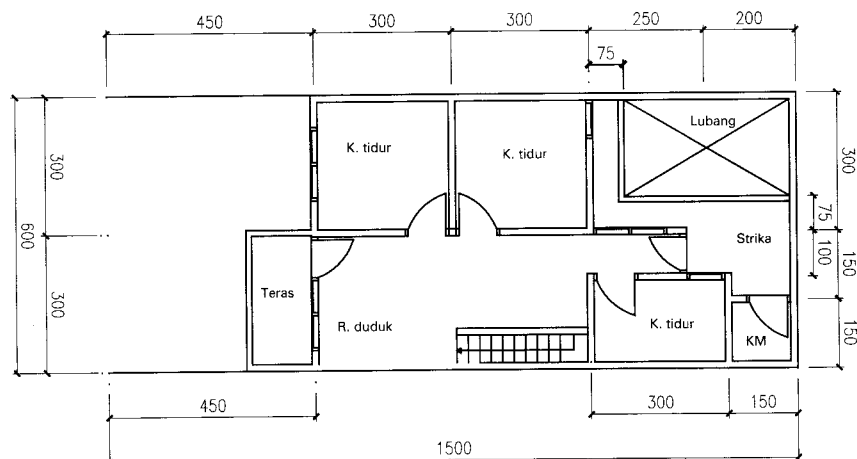
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi

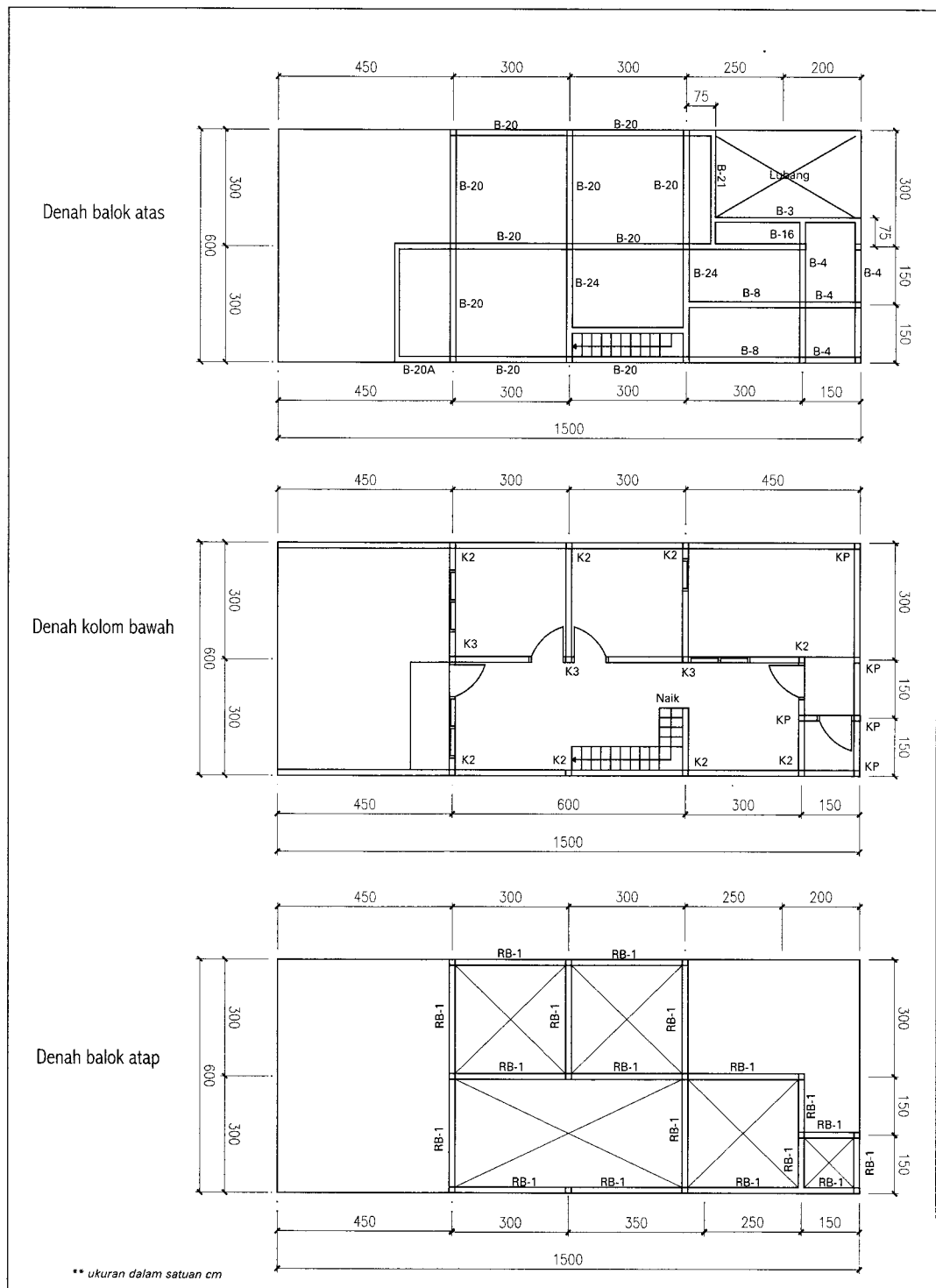


Denah lantai atas

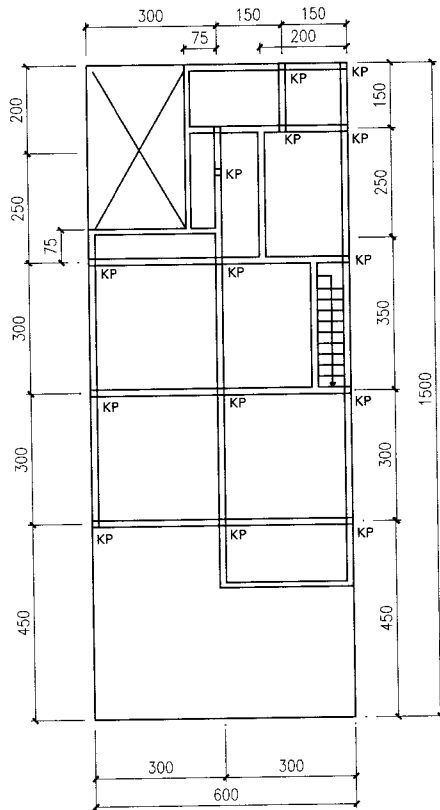


** ukuran dalam satuan cm

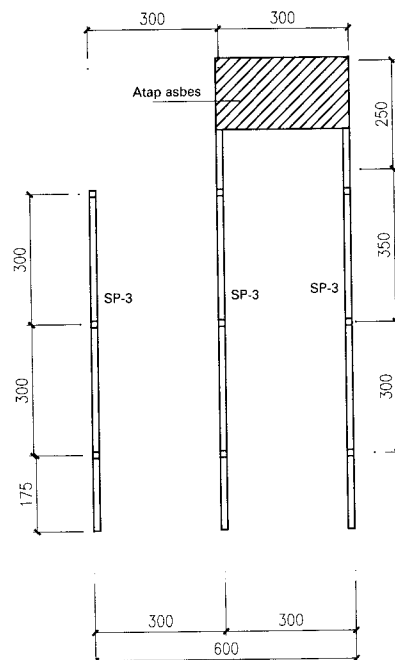
Denah meningkat rumah tipe 28/90(1)



Denah meningkat rumah tipe 28/90(2)



Denah kolom atas

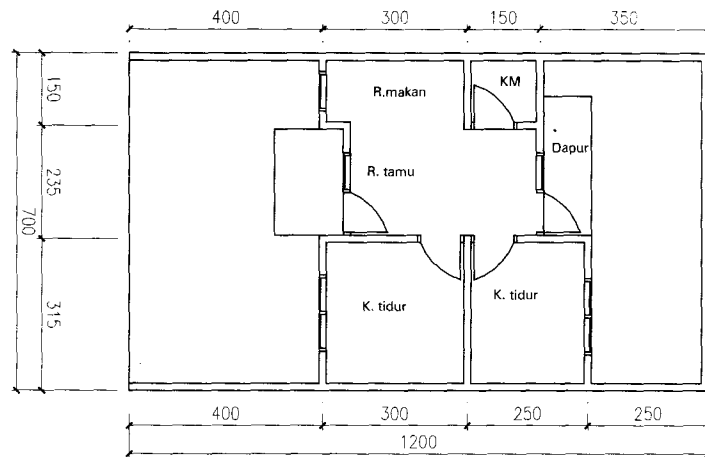


Denah balok sopi-sopi

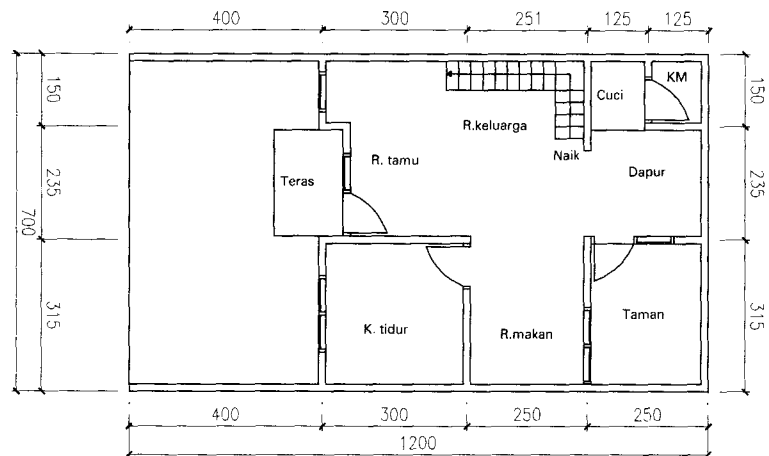
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 28/90 (3)

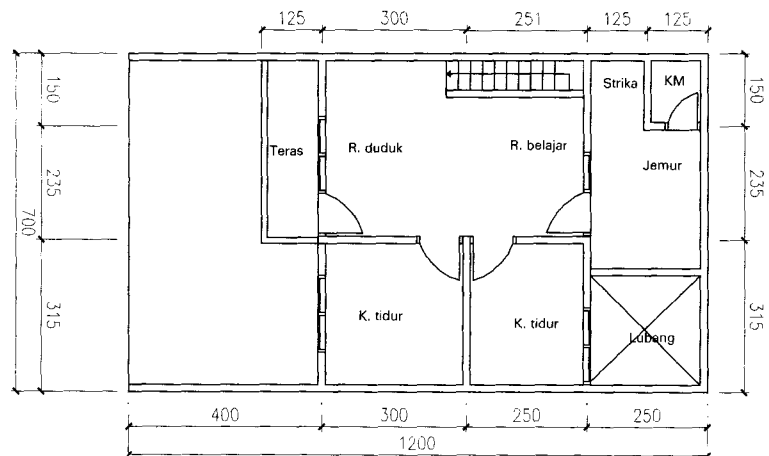
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



Denah lantai atas



** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 38/84 (1)

125 300 250 125 125

B-30 B-30 B-4 B-4

150

235

700

315

B-21

B-20

B-24

B-20

B-20A

B-20

B-20

B-20

B-16

B-8

Lobby

B-8

130

235

70

315

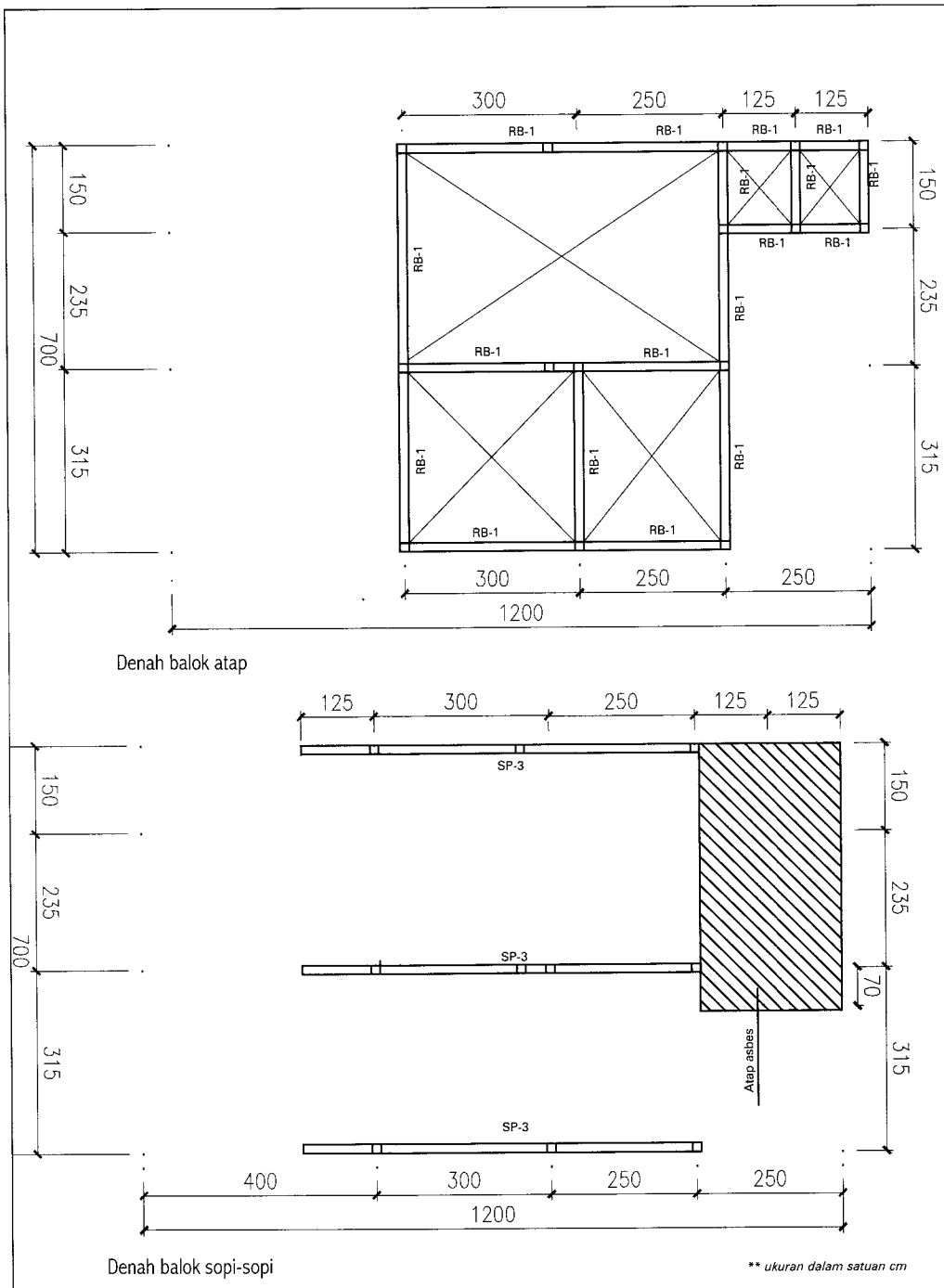
400 300 250 250

1200

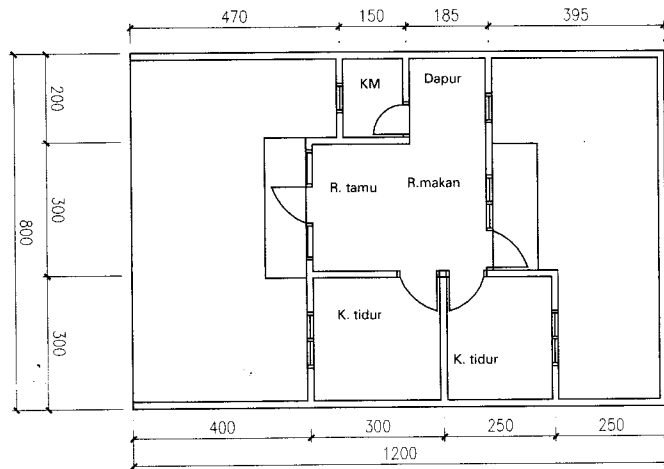
The floor plan shows a building with overall dimensions of 1200 units in width and 700 units in depth. The width is divided into four segments: 400, 300, 250, and 250. The depth is divided into three segments: 150, 235, and 315. The plan includes several rooms and corridors, labeled with 'K' (Korridor) and 'KP' (Korridor Približny). A staircase is located in the upper right quadrant. A large rectangular area, possibly a pool or a large room, is situated in the lower left quadrant. The plan also shows various doorways and openings between the rooms.

The floor plan shows a rectangular building with overall dimensions of 1200 units by 700 units. The plan includes several rooms labeled 'KP' (Kamar Patient), a staircase, and a bathroom labeled 'Lubang'. Dimensions are provided for various sections: horizontal segments at the top (125, 300, 250, 125) and bottom (400, 300, 250, 250); vertical segments on the left (150, 235, 700) and right (150, 235, 70). A small section on the right has a dimension of 315.

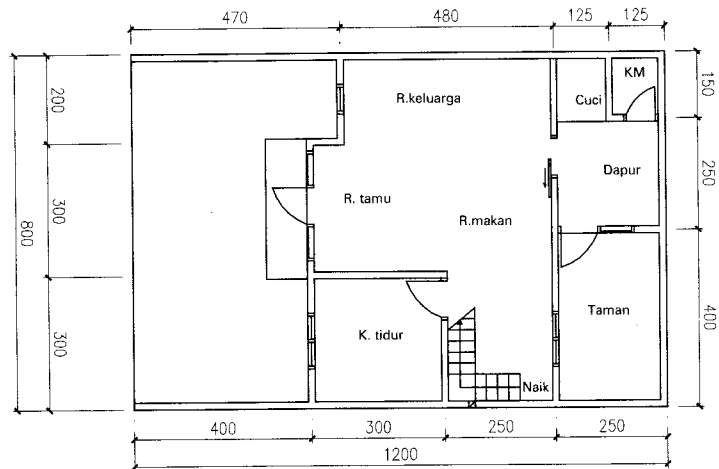
Denah meningkat rumah tipe 38/84 (2)



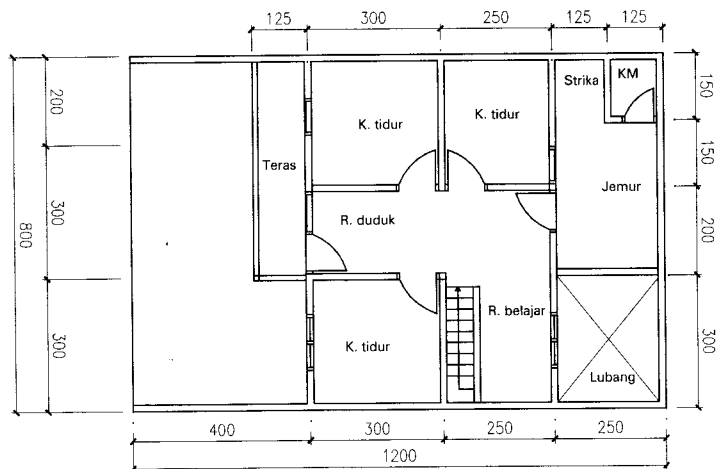
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



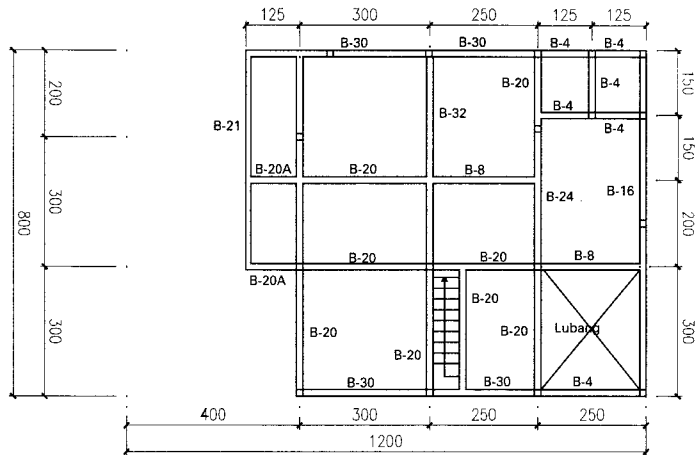
Denah lantai atas



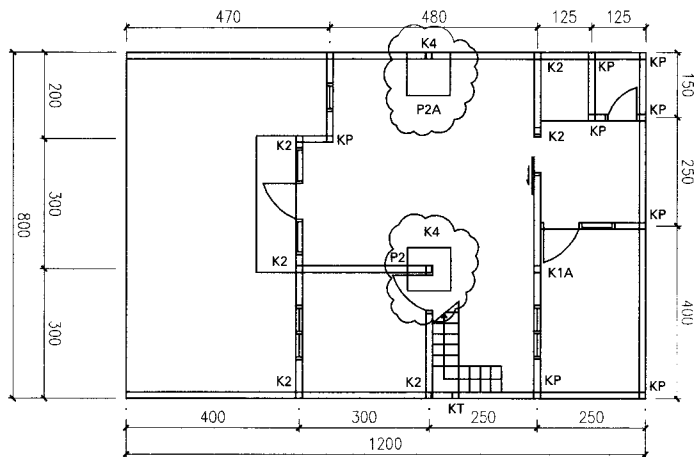
** ukuran dalam satuan cm

Denah mening-
kat rumah tipe
38/96 (1)

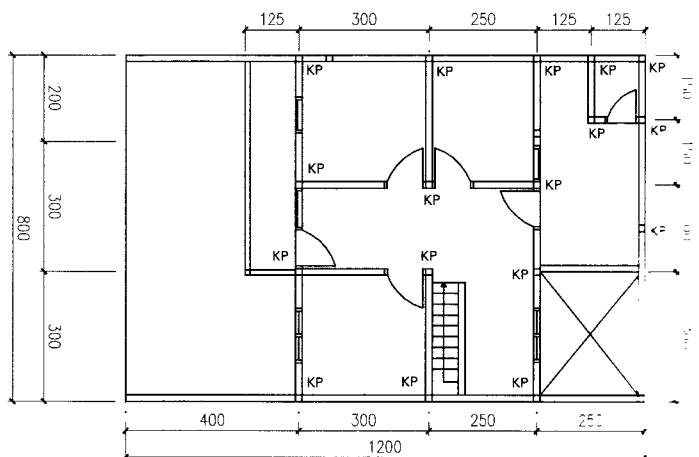
Denah balok lantai atas



Denah pondasi dan kolom bawah

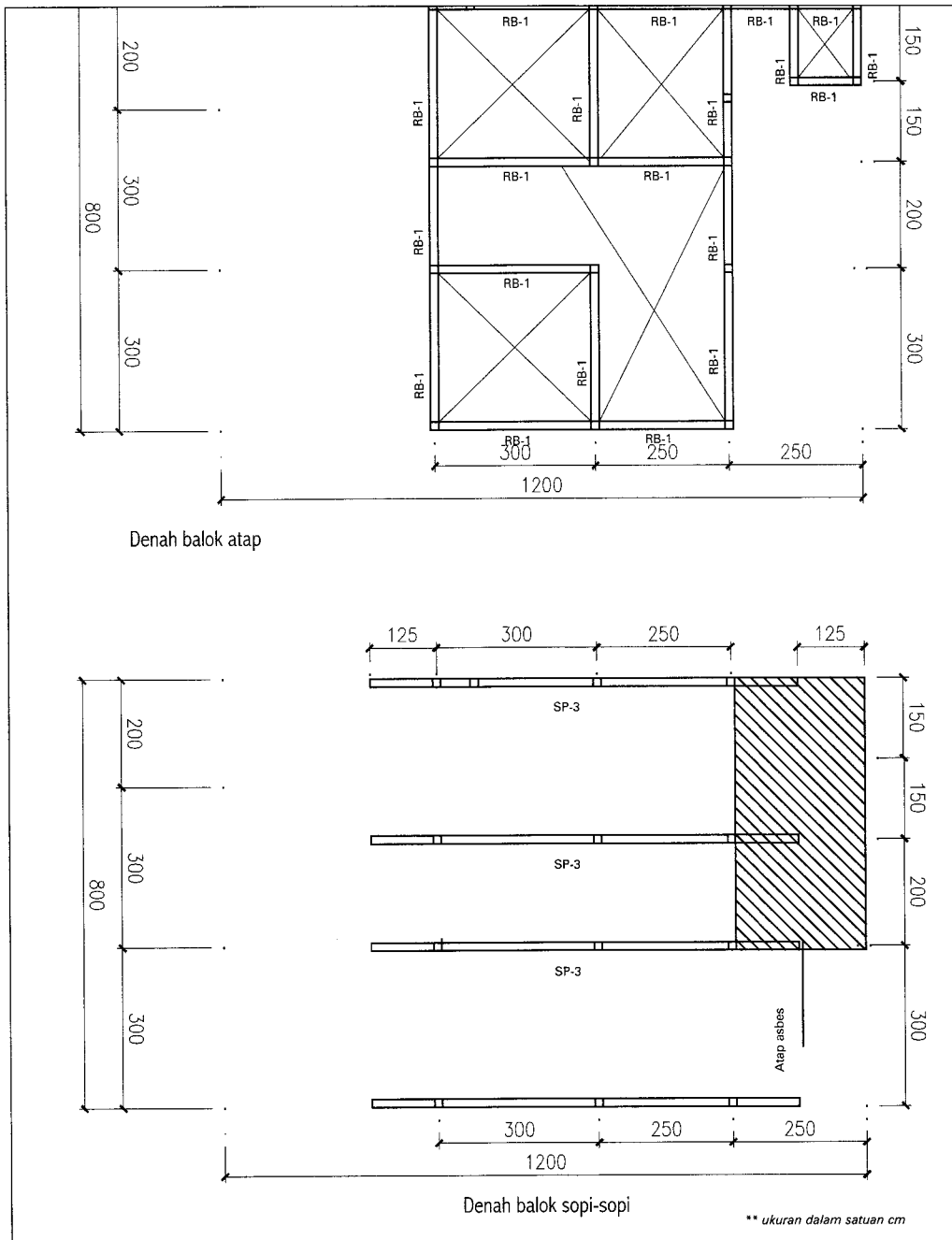


Denah kolom atas



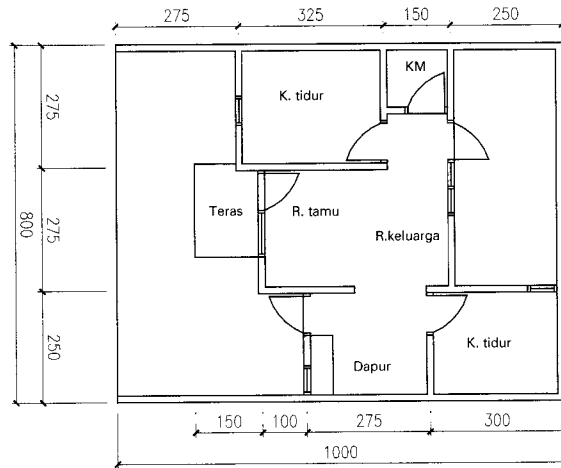
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 38/96 (2)

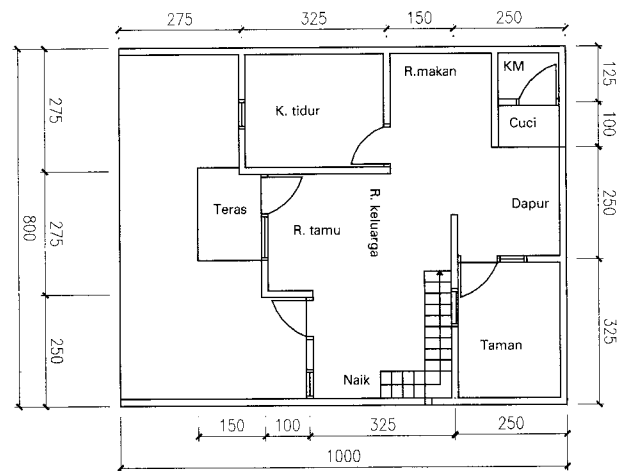


Denah meningkat rumah tipe 38/96 (3)

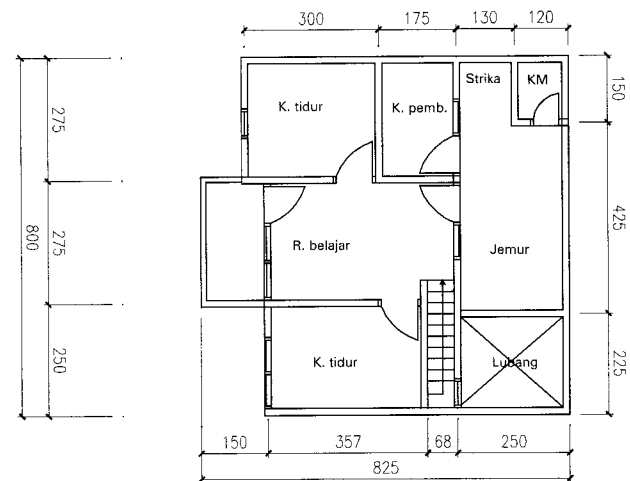
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



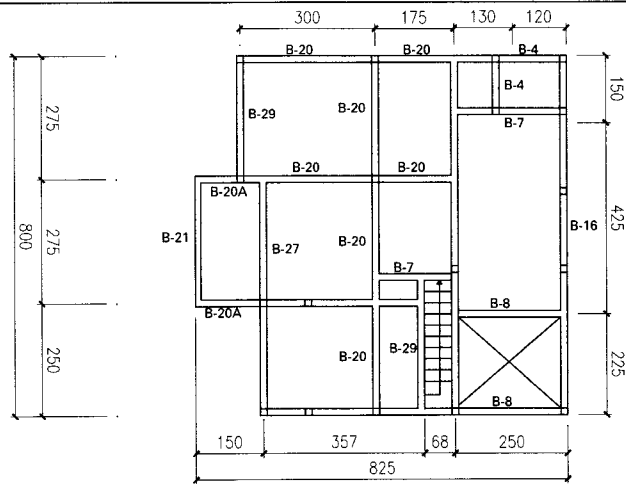
Denah lantai atas
setelah direnovasi



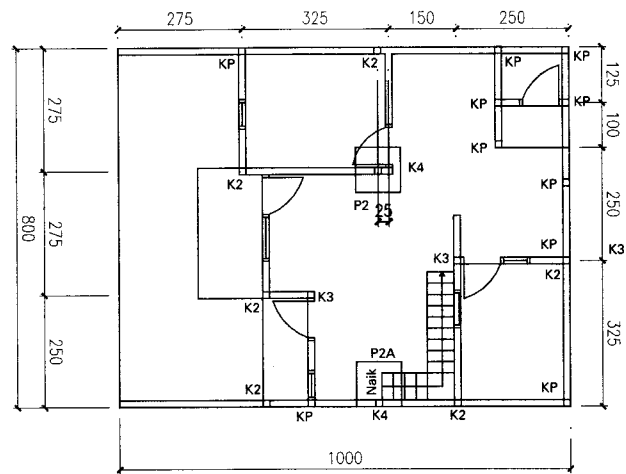
** ukuran dalam satuan cm

Denah Menin-
kat Rumah Tipe
43.30

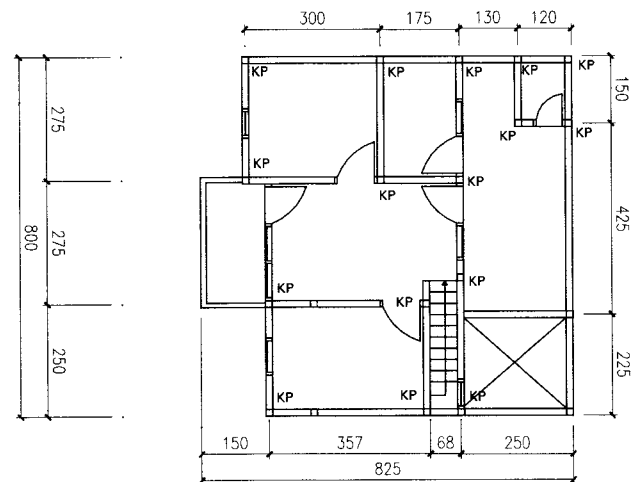
Denah balok lantai atas



Denah pondasi dan kolom bawah

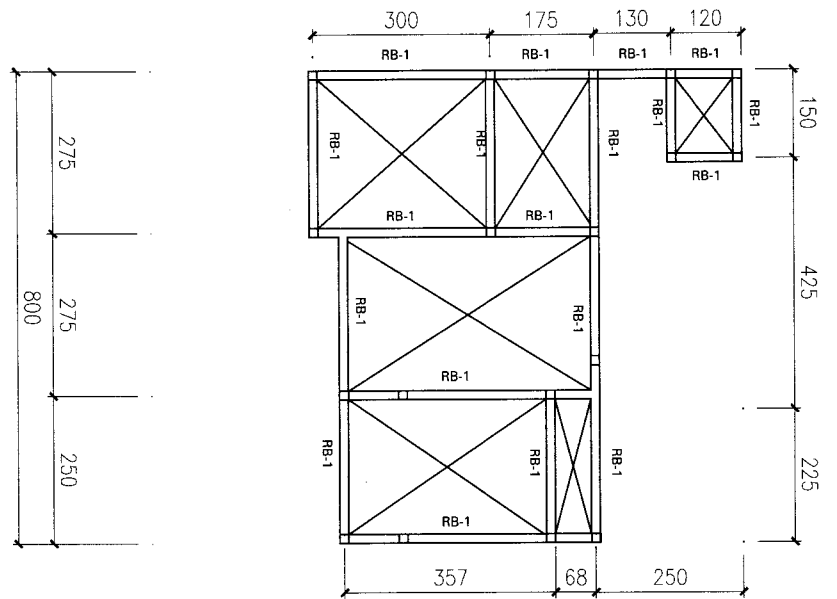


Denah kolom atas

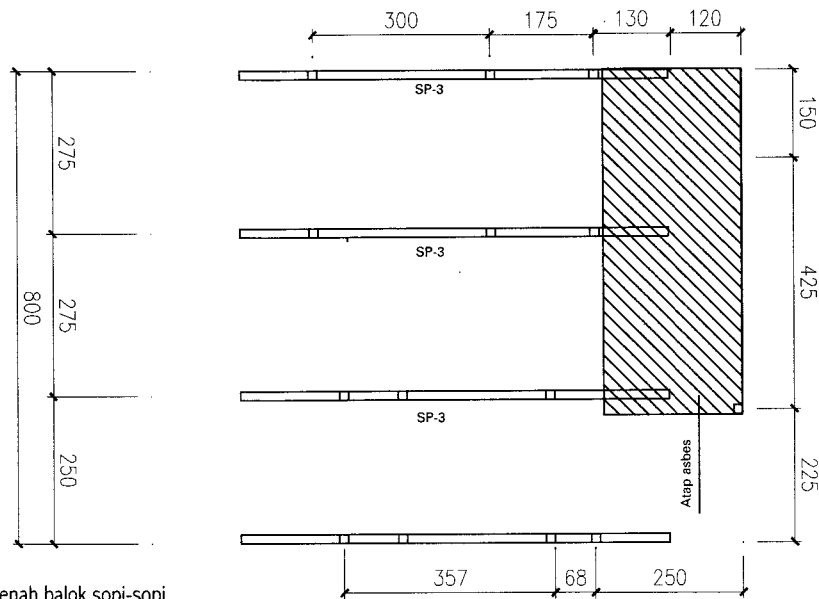


Denah mening-
kat rumah tipe
40/80 (2)

** ukuran dalam satuan cm



Denah balok atap

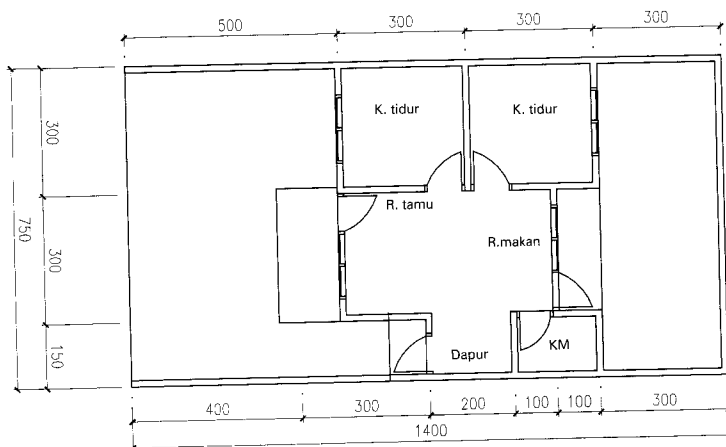


Denah balok sopi-sopi

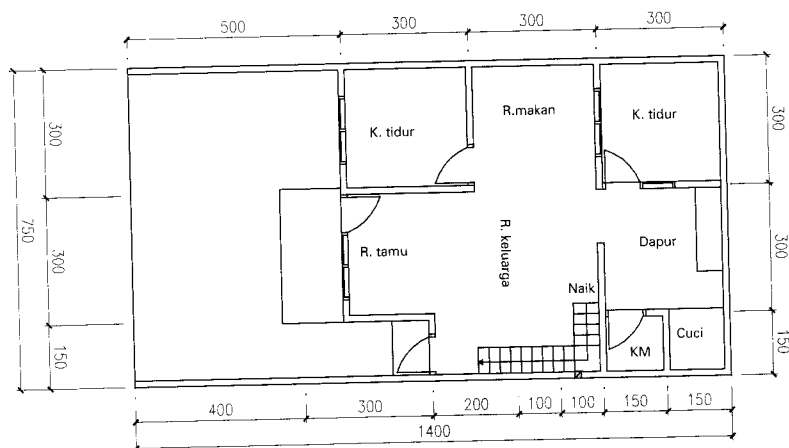
Denah mening-
kat rumah tipe
40/80/3

** ukuran dalam satuan cm

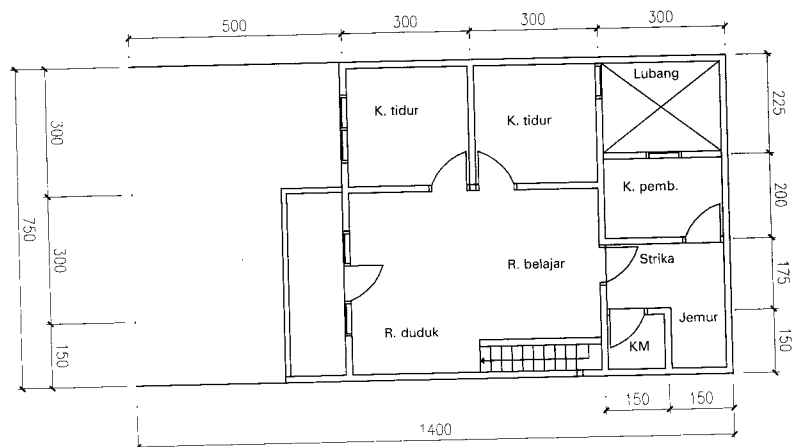
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



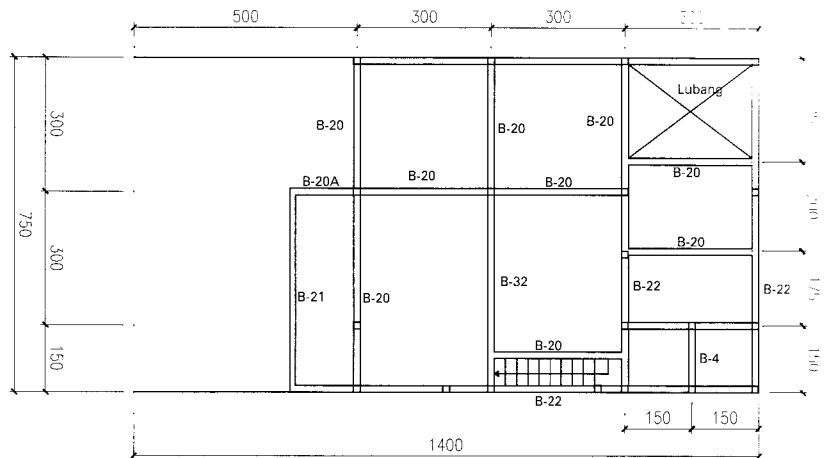
Denah lantai atas



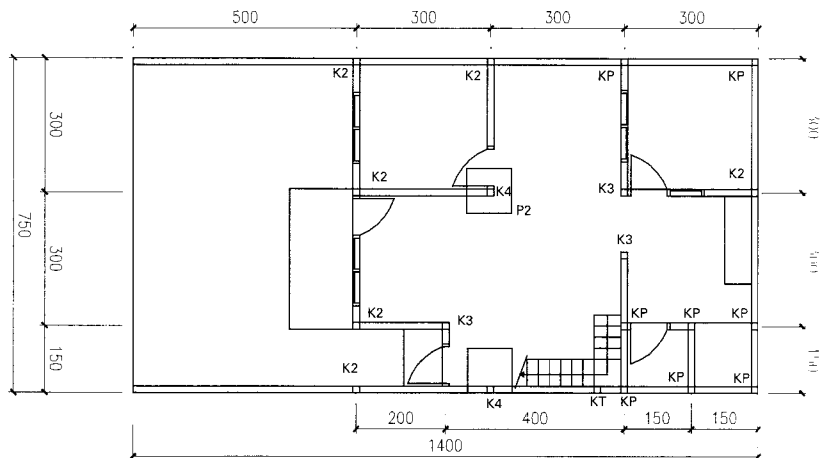
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 45/105 (1)

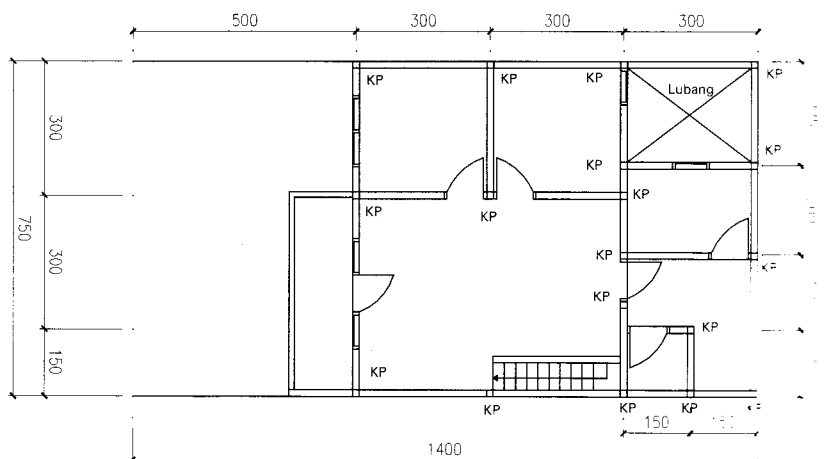
Denah balok lantai atas



Denah kolom bawah

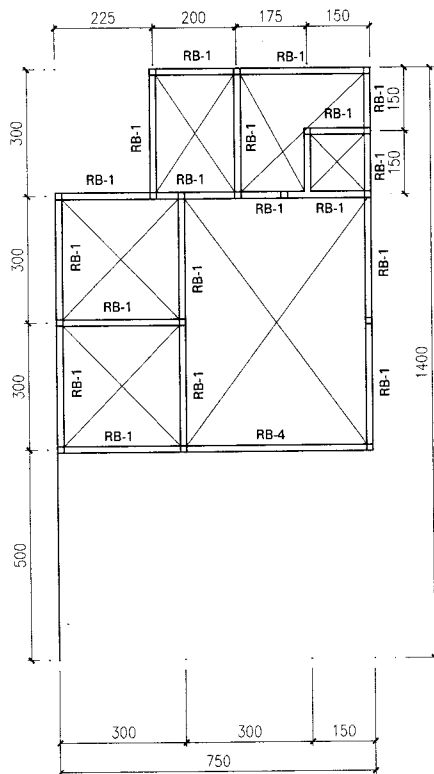


Denah kolom atas

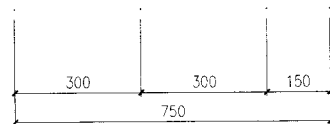
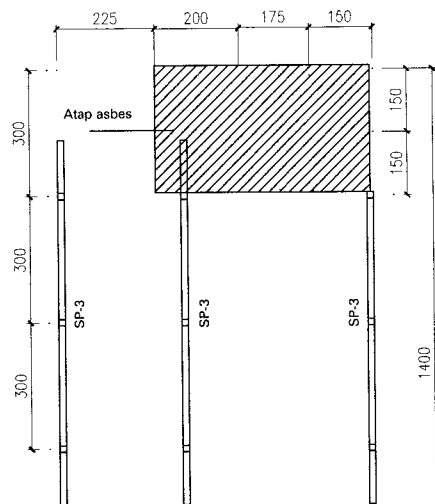


** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 45/105 (2)



Denah balok atap

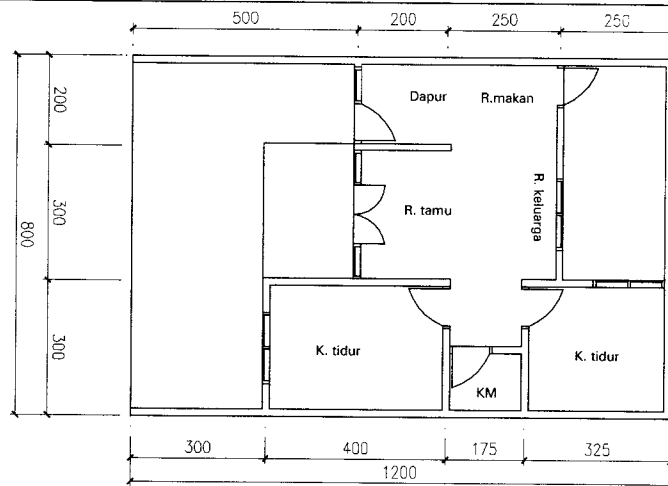


Denah balok sopi-sopi

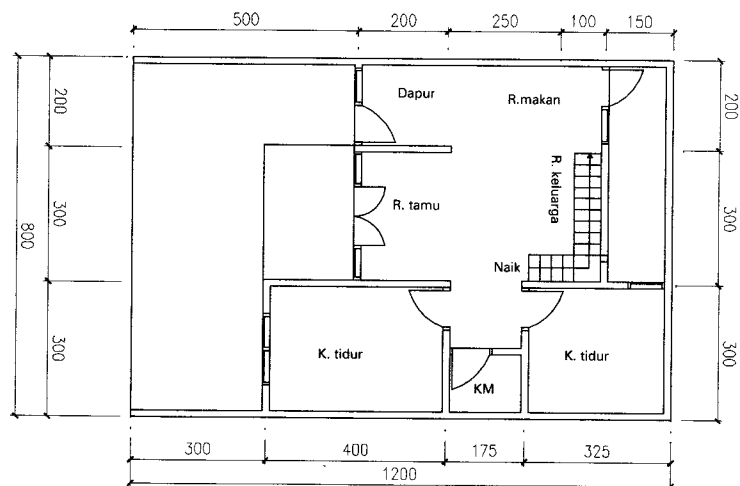
** ukuran dalam satuan cm

Denah meningkat rumah tipe 45/105 (3)

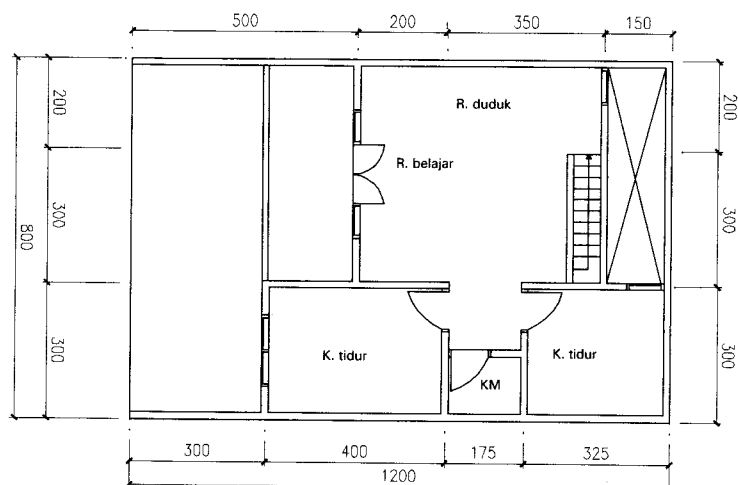
Denah lantai bawah
sebelum direnovasi



Denah lantai bawah
setelah direnovasi



Denah lantai atas
setelah direnovasi



** ukuran dalam satuan cm

Denah mening-
kat rumah tipe
45/96 (1)

The floor plan shows a rectangular building with overall dimensions of 500m by 800m. The layout includes several rooms and a staircase. The rooms are labeled as follows:

- B-11:** Multiple small rooms, primarily along the top and bottom edges.
- B-20:** Larger rooms, primarily in the center and bottom sections.
- B-32:** A room located in the upper right quadrant, adjacent to the staircase.
- B-34:** A large room located in the upper left quadrant.
- B-4:** Small rooms or corridors, primarily along the right edge.

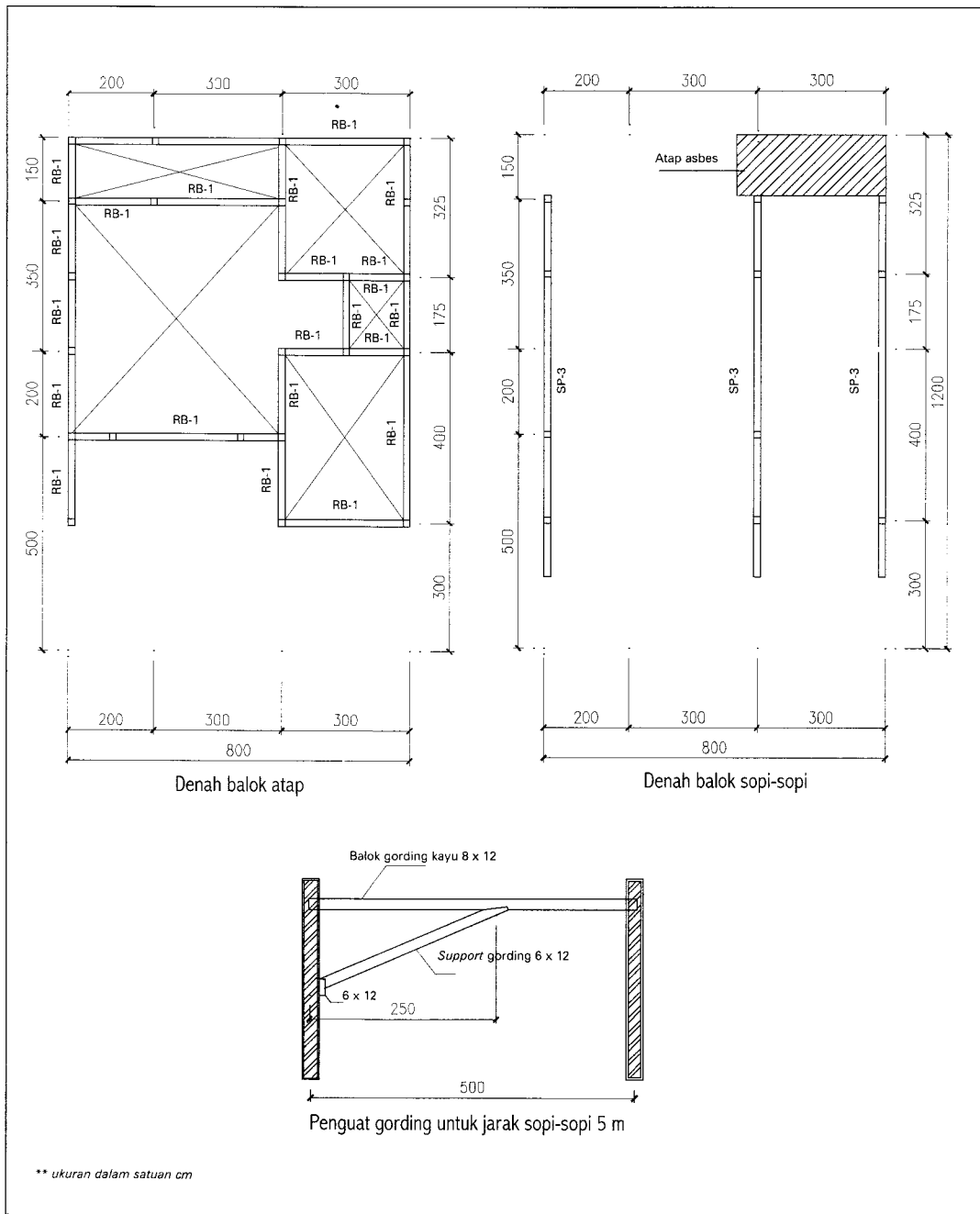
The staircase is located in the upper right quadrant, adjacent to room B-32. The overall dimensions are 500m by 800m. The plan also shows a total area of 1200 square meters.

The floor plan shows a building with overall dimensions of 1200 units by 900 units. The plan is divided into several rooms and areas, labeled with codes: K2, K3, K4, P2A, P2, Naik, and KT. The layout includes a staircase (Naik) and a central corridor (KT). The dimensions are as follows:

- Horizontal Dimensions (Top):** 500, 200, 100, 150
- Horizontal Dimensions (Bottom):** 300, 400, 175, 325
- Vertical Dimensions (Left):** 200, 300, 800, 300
- Vertical Dimensions (Right):** 200, 300, 300
- Total Horizontal Dimension:** 1200
- Total Vertical Dimension:** 900

The floor plan shows a building with an overall width of 500 units and an overall depth of 800 units. The plan is divided into several rooms and corridors. The top section has a width of 500 units, with segments of 200, 350, and 150 units. The bottom section has a width of 1200 units, with segments of 300, 400, 175, and 325 units. The left side has a depth of 800 units, with segments of 200, 300, and 300 units. The right side has a depth of 300 units. The plan includes a staircase, a central corridor, and several rooms labeled 'KP'. The rooms are arranged in a grid-like fashion, with the staircase located in the upper right corner. The labels 'KP' are placed in various rooms, including the top-left, top-right, bottom-left, and bottom-right sections. The central corridor is labeled 'KP-1'.

Denah meningkat rumah tipe 45/96 (2)



Denah meningkat rumah tipe 45/96 (3)

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang untuk Rumah dan Gedung* (Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

Mistra, *Panduan Membangun Rumah* (Jakarta : Griya Kreasi, 2006).



TENTANG PENULIS



Mistras lahir di Banjarmasin tanggal 28 Agustus 1951. Pengalaman kerja terakhir adalah sebagai desain struktur PT Arkidea, Jakarta. Ia sering terlibat dalam proyek besar yang bergerak di bidang pembangunan gedung. Dari berbagai pengalaman di lapangan membuatnya tergerak untuk membaginya ke masyarakat dalam bentuk buku. Buku *9 Teknik Meningkatkan Rumah* merupakan karya keempatnya yang diterbitkan oleh Griya Kreasi setelah *Panduan Membangun Rumah*, *Membangun Rumah Tahan Gempa*, dan *Antisipasi Rumah di Daerah Rawan Banjir*

Konsultasi :

Jl. Inovasi, no. 02, rt. 03/rw. 07
Lenteng Agung 12610, Jakarta Selatan
Ph. 021-98332917, 021-99060572,
085710500051